

				Číslo soupravy:
Změna č.	Text změny – odůvodnění	Datum	Podpis	

Vypracoval: ING.LUDĚK OBERHOFNER	Zodp. projektant: ING.LUDĚK OBERHOFNER	HIP: ING.LUDĚK OBERHOFNER	Techn. kontrola: ING.JAN PROCHÁZKA	Zhotovitel:  <b>PONTIKA s.r.o.</b> IČO 26342669 Sportovní 4 360 09 Karlovy Vary tel. 353 228 240 pontika@pontika.cz
podpis:	podpis:	podpis:	podpis:	
Obec: KARLOVY VARY	Kraj: KARLOVARSKÝ			
Objednatel: SPRÁVA ŽELEZNIČNÍ DOPRAVNÍ CESTY s.o., Dílžďěňá 1003/7, Praha 1				
Zakázka: REKONSTRUKCE MOSTU V KM 48,927 TRATI MARIÁNSKÉ LÁZNĚ - KARLOVY VARY <b>SO 01 - ŽELEZNIČNÍ MOST</b>				Č. zakázky: 2016–66 Datum: 4/2017 Formát: Měřítko: Stupeň PD: PROJEKT
Název přílohy: <b>STATICKÝ VÝPOČET</b>				Část: <b>E.1.4</b> Číslo přílohy: <b>23</b>

## **Obsah:**

### **A.Technická zpráva**

- A.1 Identifikační údaje
- A.2 Základní údaje o mostním objektu
- A.3 Technický popis nosné konstrukce
- A.4 Statický výpočet
- A.5 Výpočetní pomůcky
- A.6 Přehled použité literatury, norem a vzorových listů
- A.7 Poklady pro zpracování statického výpočtu
- A.8 Identifikace autora

### **B. Grafické přílohy**

- B.1 Podélný řez mostem
- B.2 Příčný řez mostem
- B.3 Půdorys

### **C. Statický výpočet**

- C.1 Geotechnická data
- C.2 Dynamický součinitel
- C.3 Zatížení
- C.4 Výpočetní model
- C.5 Vyhodnocení vnitřních sil, posudky



## A.1 Identifikační údaje:

Stavba	:	Rekonstrukce mostu v km 48,927 trati M.Lázně – K.Vary
Objekt	:	SO 01 Železniční most
Traťový úsek	:	TÚ 0241 Mariánské Lázně – Karlovy Vary, Dolní nádraží
Definiční úsek	:	DÚ 18 K.Vary, Březová – K.Vary, Dolní nádraží
Katastrální území	:	Doubí u Karlových Var, Karlovy Vary
Obec	:	Karlovy Vary
Kraj	:	Karlovarský
Objednatel PD	:	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1 IČ: 70994234, DIČ: CZ70994234 Kontaktní adresa: SŽDC, s.o., Stavební správa západ, Sokolovská 278/1955, 190 00 Praha 9
Zhotovitel PD	:	PONTIKA s.r.o. Štúrova 352/15, 360 04 Karlovy Vary IČ: 26342669, DIČ: CZ26342669 Kontaktní adresa: Sportovní 4, 360 09 Karlovy Vary

## A.2 Základní údaje o mostním objektu

Kategorie dráhy	:	jednokolejná regionální trať 6.řádu
Traťová třída	:	B2
Traťová rychlost	:	60km/hod
Železniční svršek	:	S49 , kolejnice 49E1, pražce Y, BK
Poloměr oblouku	:	r=224 m
Převýšení	:	D=100mm (l=90mm)
Sklonové poměry	:	klesá 16,866‰ - 20,917‰
Přemostňovaná překážka:		sil.I/20
úhel křížení	:	~61° (v ose mostu)
volná výška	:	4,80+0,15 m (rezerva)
rozpětí	:	16,035 m (teoretické)
počet otvorů	:	1

světlost otvoru :	14,49m – kolmá, 15,00-šikmá
Šikmost mostu :	~75°
Prostorové uspořádání :	VMP 2,5
Nosná konstrukce :	železobetonová desková (ZBN), vetknutá (polorám)
Opěry :	stěnové železobetonové
Křídla :	železobetonová zavěšená

### A.3 Technický popis nového stavu mostního objektu

#### A.3.1 Základní charakteristiky

Druh nosné konstrukce	: integrovaná konstrukce (ŽB polorám), rámová příčel desková (ZBN)
Popis spodní stavby	: ŽB stěnové opěry hlubinně založené na vrtaných pilotách $\varnothing$ 900mm, rovnoběžná zavěšená ŽB křídla
Počet mostních otvorů	: 1
Délka přemostění	: 15,00 m
Délka mostu	: 32,56 m
Rozpětí nosné konstrukce	: 16,035 m (teoretické)
Stavební výška	: 1,131 m
Způsob uložení koleje	: ocelové pražce „Y“, rozdělení „k“
Tvar svršku	: kolejnice 49E1 (R260), BK, upevnění S15, svěrky Skl14
Volná výška pod mostem	: 4,80 +rezerva 0,15m
Světlost kolmá	: 14,49 m
Šikmost mostu	: 75°, levá
Úhel křížení	: 61° (v ose mostu)
Šířka mostu	: 6,15m
Návrhové zatížení	: model zatížení LM-71 podle ČSN EN 1991-2, $\alpha = 1,10$

#### A.3.2 Popis jednotlivých částí mostu

##### A3.2.1 Založení

Každá z opěr je založena na roštu z vrtaných pilot  $\varnothing$ 900mm délky 9,0m z betonu C30/37-XA2. Piloty budou vrtány z úrovně stávající komunikace. V úrovni hlavy jsou piloty spojeny ŽB základovým pasem z betonu C30/37-XA2.

### **A.3.2.2 Spodní stavba**

Spodní stavbu tvoří dvě ŽB stěnové opěry z betonu C40/50-XF2. Čelní stěny opěr mají konstantní tloušťku 1,00m. Rovnoběžná křídla jsou tvořena stěnami tloušťky 800mm vetknutými do základového pasu a čelní stěny, část křídla je vyložena nad základ.

### **A.3.2.3 Nosná konstrukce**

Nosnou konstrukci mostovky tvoří železobetonová deska se zabetonovanými nosníky HE 450M z betonu C40/50-XF2. Tloušťka desky je konstantní. Deska je příčně nakloněná se sklonem 2,5%, podélný sklon je 1,8%. Deska je uložena „vetknutím“, t.zn. že je vytvořeno tuhé rámové spojení mezi deskou mostovky a stěnovými opěrami.

### **A.3.2.4 Izolace**

Izolace je celoplošná z asfaltových izolačních pásů. Ochranná vrstva v prostoru žlabu je tvrdá (beton + Kari síť), izolace na rubu opěr je chráněna deskami z EP tl.50mm s vrstvou geotextilie 300g/m<sup>2</sup>.

### **A.3.2.5 Římsy**

ŽB římsy z betonu C30/37- XF2 jsou po délce příčně dilatovány, včetně spáry mezi římsou na křídle a římsou na NK.

### **A.3.2.6 Železniční svršek**

Nový kolejový rošt bude proveden z ocelových pražců Y, rozdělení „k“. Kolejnice jsou typu 49E1(R260), kolej bezстыková (BK). Upevnění S15, svěrky Skl14. Minimální tloušťka šterkového lože je 300mm pod spodní plochou pražce.

## **A.4 Statický výpočet**

### **A.4.1 Zásady statického výpočtu**

Nosná konstrukce - statický výpočet nosné konstrukce je proveden podle zásad ČSN EN 1990 a 1992, zatížení je stanoveno podle ČSN EN 1991.

Globální analýza je provedena na deskostěnném modelu s využitím MKP (program NEXIS [1]). Opis vstupních dat je trvale uložen na adrese firmy Pontika s.r.o.

## **A.5 Výpočetní pomůcky**

[1] Programový systém NEXIS 3.100.15, SCIA CZ, s.r.o., licenční smlouva č. LS91/2003

[2] Tabulkový kalkulátor Microsoft Excel

[3] Program PILE – výpočet únosnosti vrtaných pilot (Ing. Milan Kalný)

## **A.6 Soupis použité literatury, norem a vzorových listů**

[4] ČSN 73 6201/2008 Projektování mostních objektů

- [5] ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí, část 2: Zatížení mostů dopravou
- [6] ČSN EN 1990 ZMĚNA A1 Zásady navrhování konstrukcí
- [7] ČSN EN 1992-2 Navrhování betonových konstrukcí, část 2: Betonové mosty
- [8] ČSN EN 1997-1 Navrhování geotechnických konstrukcí, část 1: Obecná pravidla

#### **A.7 Podklady pro zpracování statického výpočtu**

- [9] Závěrečná zpráva geologického úkolu Doubí-železniční most  
(Mgr.Martin Štěřík, 12/2012)
- [10] Závěrečná zpráva geologického úkolu Doubí-rekonstrukce železničního mostu  
(Mgr.Martin Štěřík, 5/2017)

#### **A.8 Identifikace autora**

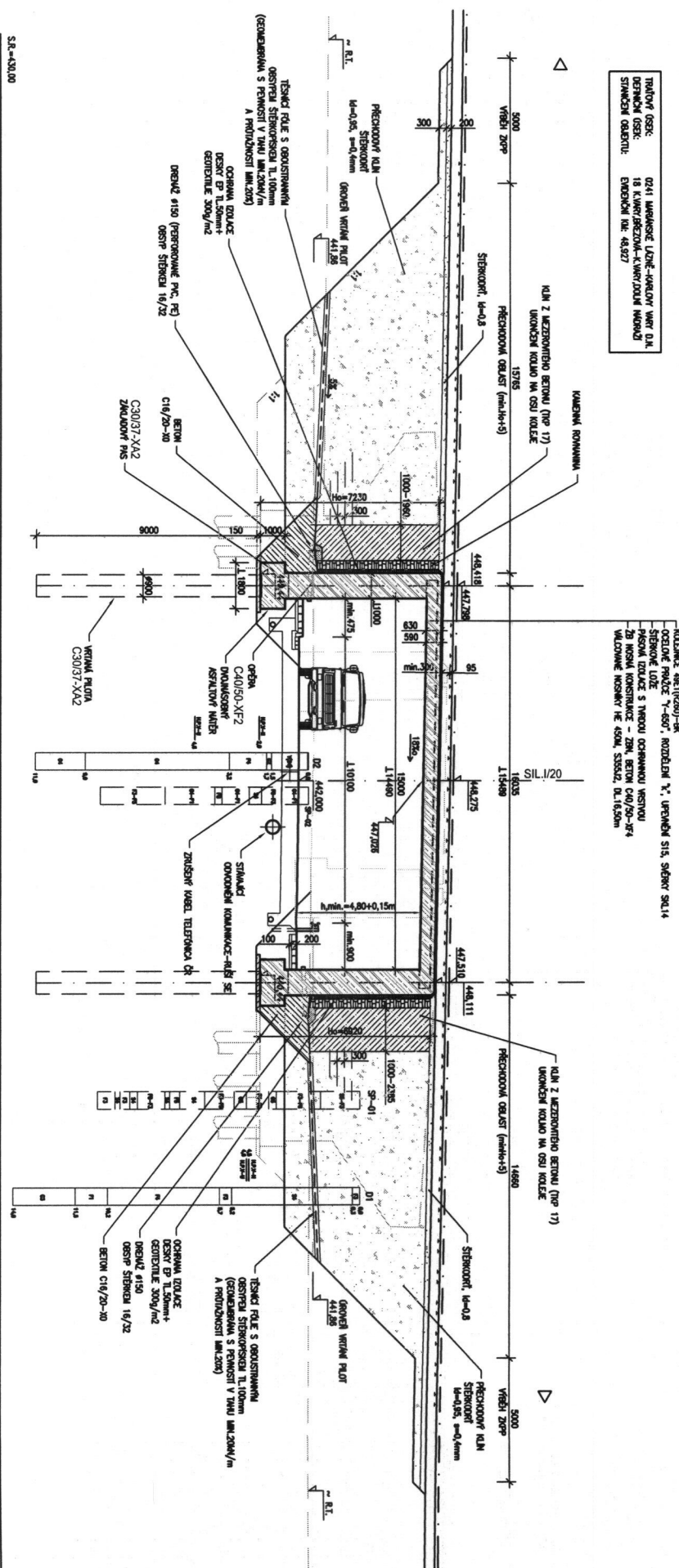
Autor : Ing.Luděk Oberhofner - autor.inženýr pro mosty a inž.konstrukce  
č. autorizace : 0300923  
Technická kontrola : Ing.Jan Procházka- autor.inženýr pro mosty a inž.konstrukce

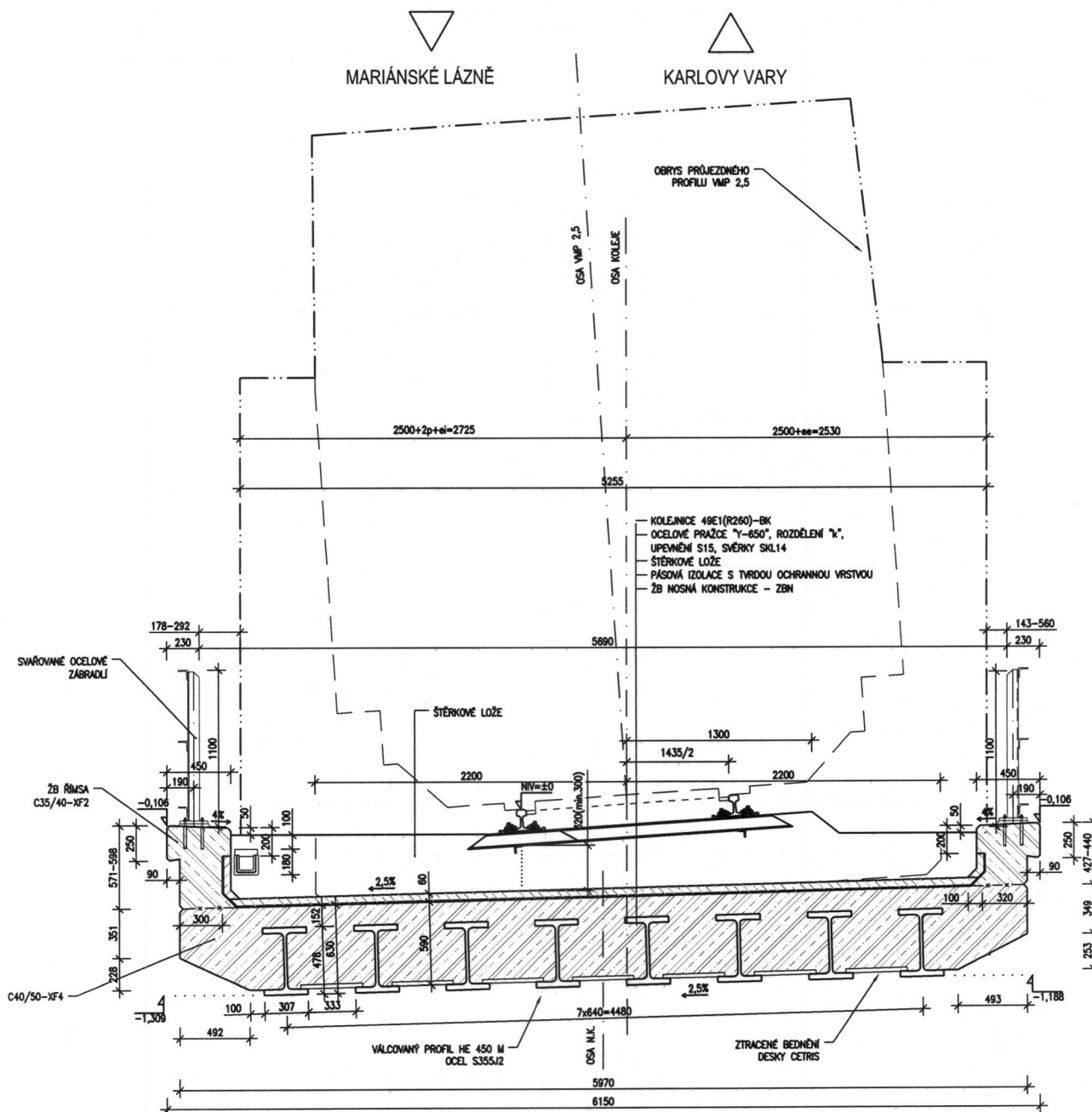
Firma: PONTIKA s.r.o., Sportovní 4, 360 09 Karlovy Vary, tel./fax 353 228 240  
e-mail: [pontika@pontika.cz](mailto:pontika@pontika.cz)

Originály budou trvale uloženy na adrese firmy Pontika.

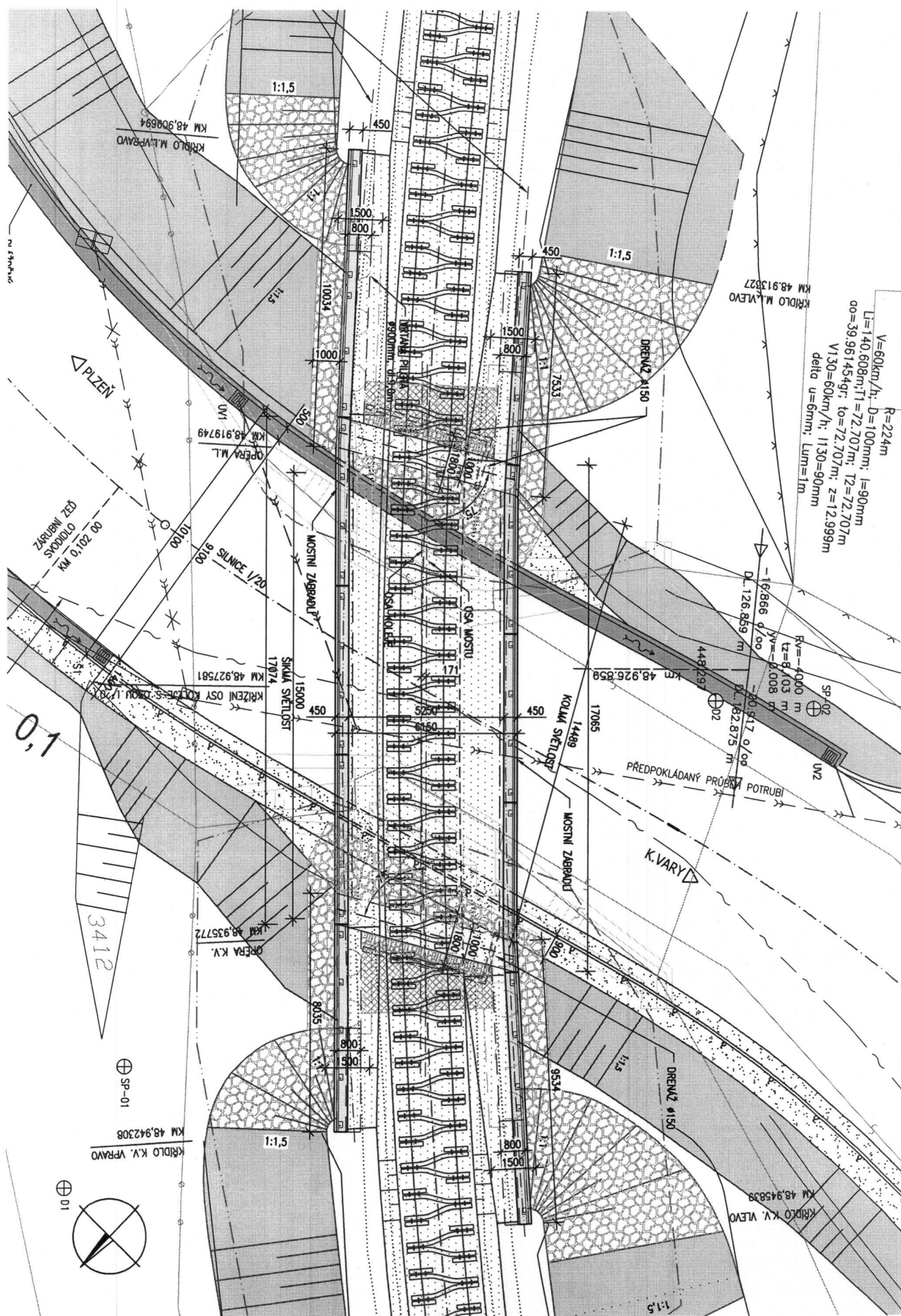
Celkový počet stran: 80  
Datum: 6/2017

Podpis: 











Mgr. Martin Štěrlik  
Příčná 3  
360 17 Karlovy Vary

**Závěrečná zpráva geologického úkolu**

# **Doubí - železniční most**

12 063

Evidenční číslo: 2935/2012



Karlovy Vary  
prosinec 2012

Výtisk č. 3





## 2 PROVEDENÉ PRÁCE

Situování průzkumných děl v terénu bylo provedeno za účasti zástupce objednavatele a projektanta akce s ohledem na dostupnost terénu pro průzkumnou techniku. Technické práce provedla společnost Geotrend s.r.o. soupravou Gouda na podvozku Liaz dne 5.12.2012.

Provedeny byly dvě sondy statické penetrace s karotáží do hloubky 10,7 m (SP1) a 8,5 m (SP2). Sondy SP2 se v požadované metrži podařilo realizovat až na čtvrtý pokus. Při předchozích pokusech vždy penetrační hrot narazil na materiál pro penetraci neprostupný (pravděpodobně větší žulové balvany,  $QST > 100 \text{ MPa}$ ).

Statická penetrace byla prováděna mechanickým penetračním hrotem Begemannova typu. Ve stvolech po penetraci se realizovalo i karotážní měření pro určení objemové hmotnosti (metody GK a GGK) a vlhkosti zemin (NNK a DIK) in situ. Odečítání měřených parametrů odporu na hrotu a lokálního plášťového tření bylo prováděno s krokem 20 cm, karotážní měření s krokem 1 cm. Sledována byla též úroveň hladiny podzemní vody.

Na základě získaných penetračních parametrů byl proveden výpočet základních geotechnických a geofyzikálních parametrů a podle nich byly zastižené zeminy zatříděny dle klasifikace ČSN 73 6133. Naměřené penetrační parametry i vypočtené geotechnické parametry jsou uvedeny v tabelárně grafických výstupech v příloze 4. Těžitelnosti jsou zde zatříděny dle staré ČSN 73 3050.

Sondy byly polohově zaměřeny pomocí GPS, výšky byly odečteny z dodaného měřického podkladu.

Na základě přijatých geologických profilů penetračních sond a archivních vrtů byl konstruován schematický geologický řez (příloha 2).

## 3 VÝSLEDKY PROVEDENÝCH PRACÍ

Na základě provedených měření, výpočtů a korelací (příloha 4) je možno konstatovat, že v zájmovém území se vyskytují do hloubky min. 9,3 m svahoviny zastoupené chaoticky zvrstvenými soudržnými i nesoudržnými zeminami.

Zastižené soudržné zeminy jsou řazeny do tříd F1 šterkovitá hlína, F3 písčité hlína, F4 písčité jíl, F5 hlína s nízkou až střední plasticitou, F6 jíl s nízkou až střední plasticitou, F8 jíl s vysokou plasticitou a jejich vzájemnými přechody. Konzistence těchto zemin se pohybuje v rozmezí tuhá a pevná. S hloubkou nabývá převahy konzistence tuhá.

Zastižené nesoudržné zeminy jsou zastoupeny středně ulehlými a kyprými písky tříd S4, S5, ojediněle S3, a ulehlými šterky G4 a G3.

Pod svahovinami ověřila sonda SP1 polohu písčité hlíny F3 až hlinitého písku S4 s relativně vyšší hodnotou přetvárného modulu. Jedná se zřejmě o eluvia třídy R6 (patrně žuly).

Do hloubky 1,1 m ověřené šterkovité zeminy v sondě SP2 jsou patrně násypy vyrovnávající terén pod komunikací. Do hloubky přibližně 3,5 m byla archivními i nově provedenými průzkumnými pracemi ověřena přítomnost blíže nespecifikovaných větších balvanů.

Na základě sondování zjištěných geotechnických charakteristik byly vyčleněny čtyři geotechnické polohy v sondě SP1 a tři geotechnické polohy v sondě SP2.



Tabulka 4. Parametry geotechnických poloh sondy SP-01

Geotech. poloha		$R_d$ [kPa]	$E_{def}$ [MPa]	$\nu$	$I_p$ [%]	$c_u$ [kPa]	$\phi_u$ [°]	$I_c$	$\phi_{ef}$ [°]	$I_d$	$K_f$ [m/s]	$\gamma$ [g/cm <sup>3</sup> ]	PORNE [%]	W [%]
I 0,0-1,6 m	max	422	58,9	0,36	12,5	75	8	1,33	35	0,69	-4	1,783	53,8	58
	prum	335	34,9	0,33	4,6	62	8	1,25	33	0,51	-5	1,658	39,9	40,2
	min	222	14,7	0,31	1,4	35	8	1,17	28	0,12	-7	1,245	26,1	22,5
II 1,6-5,1 m	max	622	168,7	0,39	36,7	89	13	1,71	40	0,85	-3	1,936	40,5	35
	prum	297	24,9	0,36	15,2	63	7	1,36	34	0,68	-7	1,846	34,9	29,2
	min	172	5,9	0,29	0,6	48	2	1	25	0,44	-10	1,733	29	24,6
III 5,1-9,3 m	max	327	47,2	0,39	40,8	56	9	1,13	34	0,4	-4	1,97	53,8	50,6
	prum	213	15,5	0,35	11,7	45	7	0,8	31	0,33	-6	1,927	48	42,3
	min	111	3,9	0,31	1,7	33	0	0,58	28	0,24	-10	1,892	44,1	37,6
IV 9,3-10,6 m	max	458	66,4	0,37	16,8	76	12	1,69	36	0,69	-4	1,965	47,4	41,8
	prum	327	26	0,35	8,7	65	10	1,44	35	0,66	-6	1,936	43,7	36,3
	min	154	7,6	0,32	1,9	36	6	0,65	34	0,63	-8	1,901	40,5	32,5

Tabulka 5. Parametry geotechnických poloh sondy SP-02

Geotech. poloha		$R_d$ [kPa]	$E_{def}$ [MPa]	$\nu$	$I_p$ [%]	$c_u$ [kPa]	$\phi_u$ [°]	$I_c$	$\phi_{ef}$ [°]	$I_d$	$K_f$ [m/s]	$\gamma$ [g/cm <sup>3</sup> ]	PORNE [%]	W [%]
I 0,0-1,9 m	max	684	161,7	0,45	85	98	11	1,6	41	1,03	-3	1,873	58,5	58
	prum	344	40,5	0,35	17,7	65	6	1,24	37	0,79	-6	1,748	47,3	46,3
	min	108	2,9	0,3	0,8	32	0	0,86	33	0,54	-10	1,477	37,3	34,3
II 1,9-5,8 m	max	698	192	0,41	67,9	97	13	1,75	41	1	-3	1,947	48,9	44,9
	prum	394	45,7	0,34	9,8	71	7	1,56	34	0,7	-5	1,932	41,6	34,9
	min	167	4,2	0,29	0,6	43	0	1,38	25	0,29	-10	1,891	36,1	29,2
III 5,8-8,4 m	max	277	21,4	0,38	29,2	58	10	1,21			-5	1,913	55,5	55,7
	prum	226	13,3	0,36	12,3	51	8	1,03			-7	1,877	51,3	48,8
	min	176	6,6	0,34	5,5	47	3	0,94			-10	1,852	45	38,7

Vysvětlivky:

 $R_d$  [kPa] únosnost (pro  $b \leq 3$  m) $E_{def}$  [MPa] modul deformace $\nu$  [-] Poissonovo číslo $I_p$  [%] index plasticity $c_u$  [kPa] totální soudržnost u soudrž. zemin $I_d$  [-] relativní ulehlost u nesoudržných zemin $I_c$  [-] $\phi_{ef}$  [°] $\phi_u$  [°]

W [%]

 $\gamma$  [g/cm<sup>3</sup>]

PORNE [%]

 $K_f$  [m/s]

Stupeň konzistence u soudržných zemin

efektivní úhel vnitřního tření u nesoudrž. zemin

totální úhel vnitřního tření u soudrž. zemin

váhová vlhkost

objemová hmotnost

neutronová pórovitost

řád hodnoty koeficientu filtrace (tj. hydraulické vodivosti)

Jak je patrné z tabulek 4 a 5, nejsou vymezené geotechnické polohy II a III mezi provedenými sondami propojitelné (např. u geotechnické polohy II je střední hodnota  $E_{def}$  v sondě SP1 25 MPa a v sondě SP2 45 MPa).

### 3.1 Základové půdy

Základové půdy jednotlivých tříd mají proměnlivou mocnost, propustnost i únosnost.

Geotechnické charakteristiky základových půd zjištěné karotáží a statickou penetrací uvádíme v následujícím přehledu.



Tabulka 6. Geotechnické charakteristiky zastižených základových půd

Zemina ČSN 73 6133		$\gamma$ [g/cm <sup>3</sup> ]	$c_u$ [kPa]	$R_d$ [kPa]	$E_{def}$ [MPa]	$\nu$	$\varphi_{ef}$ [°]	$\varphi_u$ [°]	$I_d$	$I_c$	$I_p$ [%]	$w_L$ [%]	$w_p$ [%]	$K_f$ [m/s]
Hlína štěrkovitá F1-MG pevná	min	1,68	57,00	234,00	10,70	0,35		7,00		1,26	6,60	45,10	38,50	-8,00
	max	1,95	73,00	384,00	29,60	0,37		13,00		1,75	18,70	81,30	62,70	-5,00
	prum	1,87	65,22	311,78	19,60	0,36		10,11		1,52	11,66	56,60	44,94	-6,56
Hlína písčitá F3-MS pevná	min	1,73	48,00	209,00	10,70	0,34		7,00		0,95	5,50	37,10	29,80	-8,00
	max	1,90	72,00	371,00	27,10	0,37		13,00		1,71	16,60	66,90	55,80	-5,00
	prum	1,83	57,66	267,82	16,22	0,36		9,03		1,25	10,76	54,22	43,47	-6,45
Eluvium R6 F3-MS pevná	min	0,00	63,00	304,00	14,70	0,34		10,00		1,38	6,30	44,30	37,70	-8,00
	max	1,97	71,00	364,00	28,50	0,37		12,00		1,69	16,80	68,00	51,20	-5,00
	prum	1,51	66,67	330,89	23,14	0,35		10,89		1,53	8,46	49,23	40,78	-5,78
Hlína písčitá F3-MS tuhá	min	1,84	37,00	155,00	7,50	0,35		6,00		0,67	6,70	45,50	36,10	-8,00
	max	1,93	49,00	228,00	15,60	0,37		9,00		0,98	16,80	68,40	53,90	-5,00
	prum	1,90	43,83	195,28	11,21	0,36		7,72		0,83	11,33	56,70	45,56	-6,50
Eluvium R6 F3-MS tuhá	min	1,90	36,00	154,00	7,60	0,37		6,00		0,65	15,00	51,60	36,60	-8,00
	max	1,91	61,00	267,00	12,80	0,37		8,00		1,44	16,80	63,80	47,00	-7,00
	prum	1,91	48,50	210,50	10,20	0,37		7,00		1,05	15,90	57,70	41,80	-7,50
Jíl písčitý F4-CS pevný	min	1,93	59,00	255,00	12,60	0,36		8,00		1,34	13,20	45,20	32,00	-8,00
	max	1,94	62,00	280,00	15,10	0,37		9,00		1,42	15,90	49,80	33,90	-7,00
	prum	1,93	60,50	267,50	13,85	0,37		8,50		1,38	14,55	47,50	32,95	-7,50
Hlína se střední plasticitou F5-MI tuhá	min	1,90	39,00	167,00	7,40	0,35		5,00		0,71	9,00	49,50	36,10	-9,00
	max	1,95	50,00	225,00	14,20	0,38		9,00		1,02	23,90	63,90	43,80	-6,00
	prum	1,92	45,08	185,46	9,07	0,37		6,31		0,88	16,93	56,69	39,76	-7,69
Hlína se střední plasticitou F5-MI pevná	min	1,77	48,00	176,00	6,60	0,35		3,00		1,02	7,60	49,60	35,80	-10,00
	max	1,92	69,00	339,00	23,00	0,38		11,00		1,60	29,20	66,00	54,50	-6,00
	prum	1,85	57,18	252,20	13,14	0,37		7,18		1,32	17,66	57,11	43,19	-7,91
Jíl se střední plasticitou F6-CI pevný	min	1,80	49,00	178,00	6,40	0,37		3,00		1,08	19,90	49,60	29,70	-10,00
	max	1,93	56,00	229,00	10,10	0,39		6,00		1,26	32,60	63,70	35,60	-8,00
	prum	1,87	53,67	208,67	8,48	0,38		4,83		1,20	25,18	58,18	33,00	-9,00
Jíl s velmi vysokou plasticitou F8-CV pevný	min	1,94	43,00	167,00	4,20	0,41		0,00		1,38	64,40	95,00	27,10	-10,00
	max	1,95	45,00	181,00	4,60	0,41		0,00		1,48	67,90	95,00	30,60	-10,00
	prum	1,94	44,00	174,00	4,40	0,41		0,00		1,43	66,07	95,00	28,93	-10,00
Jíl s velmi vysokou plasticitou F8-CV tuhý	min	1,85	32,00	108,00	2,90	0,38		0,00		0,87	26,40	74,30	10,00	-10,00
	max	1,87	57,00	229,00	8,90	0,45		5,00		1,38	85,00	95,00	47,90	-10,00
	prum	1,86	42,33	148,67	4,90	0,42		1,67		1,04	65,47	88,10	22,63	-10,00
Jíl s vysokou plasticitou F8-CH pevný	min	1,91	48,00	172,00	5,90	0,37		2,00		1,00	19,40	51,20	31,70	-10,00
	max	1,92	57,00	234,00	10,50	0,39		6,00		1,28	36,70	68,40	32,60	-8,00
	prum	1,92	50,50	189,00	7,38	0,38		3,75		1,10	29,00	61,03	32,03	-9,50
Jíl s vysokou plasticitou F8-CH tuhý	min	1,92	33,00	111,00	3,90	0,38		0,00		0,58	24,60	58,80	24,60	-10,00
	max	1,93	36,00	137,00	5,60	0,39		4,00		0,66	40,80	65,40	34,20	-9,00
	prum	1,93	33,75	121,50	4,65	0,39		2,25		0,61	31,83	61,10	29,28	-9,75
Štěrka hlinitý G4-GM stř. ulehlý	min	1,48		373,00	36,90	0,31	33,00		0,52		1,40	39,70	38,20	-5,00
	max	1,91		479,00	81,30	0,33	37,00		0,68		3,90	60,30	58,90	-4,00
	prum	1,73		411,80	58,36	0,32	35,00		0,59		2,36	51,26	48,90	-4,20
Štěrka hlinitý G4-GM ulehlý	min	1,63		338,00	19,70	0,29	25,00		0,65		0,60	32,00	30,50	-7,00
	max	1,95		698,00	192,00	0,36	41,00		1,03		11,50	64,70	60,80	-3,00
	prum	1,89		479,96	67,25	0,32	35,21		0,80		3,44	41,34	37,91	-4,32
Štěrka jílovitý G5-GC	min	1,88		255,00	15,20	0,29	25,00		0,44		0,60	29,80	29,20	-6,00
	max	1,92		622,00	168,70	0,36	40,00		0,85		10,50	45,60	36,40	-3,00



Zemina ČSN 73 6133		$\gamma$ [g/cm <sup>3</sup> ]	$c_u$ [kPa]	$R_d$ [kPa]	$E_{def}$ [MPa]	$\nu$	$\varphi_{ef}$ [°]	$\varphi_u$ [°]	$I_d$	$I_c$	$I_p$ [%]	$w_L$ [%]	$w_p$ [%]	$K_f$ [m/s]
	prům	1,89		435,25	64,43	0,32	34,38		0,68		3,65	36,65	33,00	-4,25
Písek s příměsí jemnozrnné zeminy S3 S-F	min	1,25		222,00	28,90	0,31	32,00		0,12		1,50	59,00	57,30	-4,00
	max	1,45		331,00	50,90	0,31	35,00		0,36		1,70	59,50	58,00	-4,00
	prům	1,35		278,67	39,77	0,31	33,67		0,25		1,63	59,30	57,67	-4,00
Eluvium R6 S4 SM	min	1,94		395,00	42,70	0,32	34,00		0,63		1,90	36,00	34,10	-4,00
	max	1,94		458,00	66,40	0,33	36,00		0,69		3,30	37,50	34,20	-4,00
	prům	1,94		426,50	54,55	0,33	35,00		0,66		2,60	36,75	34,15	-4,00
Písek hlinitý S4 SM kyprý až středně ulehý	min	1,56		220,00	16,50	0,31	28,00		0,24		1,40	40,40	37,70	-5,00
	max	1,97		363,00	58,90	0,35	35,00		0,53		6,90	59,60	58,20	-4,00
	prům	1,90		274,04	26,24	0,33	30,43		0,35		4,58	47,40	42,81	-4,65
Písek jílovitý S5 středně ulehý	min	1,73		354,00	29,20	0,32	31,00		0,62		2,80	27,20	24,40	-5,00
	max	1,78		422,00	48,30	0,34	35,00		0,69		5,60	45,40	39,80	-4,00
	prům	1,75		388,38	37,49	0,34	32,75		0,66		4,43	34,89	30,46	-4,75

Vysvětlivky:

 $\gamma$  [g/cm<sup>3</sup>] objemová hmotnost $c_u$  [kPa] totální soudržnost u soudrž. zemín $R_d$  [kPa] únosnost (pro  $b \leq 3$  m) $E_{def}$  [MPa] modul deformace $\nu$  [-] Poissonovo číslo $\varphi_u$  [°] totální úhel vnitřního tření u soudrž. zemín $\varphi_{ef}$  [°] efektivní úhel vnitřního tření u nesoudrž. zemín $I_d$  [-] relativní ulehlost u nesoudržných zemín $I_c$  [-] stupeň konzistence u soudržných zemín $I_p$  [%] index plasticity $w_L$  [%] vlhkost na mezi tekutosti u soudržných zemín $w_p$  [%] vlhkost na mezi plasticity u soudržných zemín $K_f$  [m/s] řád hodnoty koeficientu filtrace (tj. hydraulické vodivosti)

### 3.2 Podzemní voda

Většinou archivních vrtů byla dokumentována hladina podzemní vody poměrně mělko pod terénem. Ve vrtu J44 je uváděna ustálená hladina podzemní vody v úrovni 0,3 pod terénem, ve vrtu J45 pak v hloubce 1,0 m pod terénem (MUŽÍK P., 1982). Z fragmentů archivní geologické dokumentace předané objednavatelem vyplývá, že podzemní voda byla zjištěna ve vrtech 1, 6 a 9. Nově realizované průzkumné sondy ji zastihly 5,5, resp. 2,0 m pod úrovní terénu. Souhrnné údaje o úrovni hladiny podzemní vody podává následující tabulka.

Tabulka 7. Údaje o úrovni hladiny podzemní vody

Průzkumné dílo	Hladina podzemní vody [m p.t.]	Hladina podzemní vody [m n.m.]
SP1	5,5	439,0
SP2	2,0	440,4
J44	0,3	435,5
J45	1,0	440,8
1	2,0	?
6	0,5	?
9	0,2	?

Podle zaznamenané úrovně hladiny podzemní vody je generelní sklon hladiny mělké kvartérní zvodně k SZ, ke korytu Ohře. Drenážní funkce bezejmenné vodoteče, která protéká západně od lokality, tak nebyla přímo v zájmovém území potvrzena



Mgr. Martin Štěřík  
Příčná 3  
360 17 Karlovy Vary

Závěrečná zpráva geologického úkolu

# Doubí - rekonstrukce železničního mostu

12 063



Karlovy Vary  
2017

Výtisk č. 4





## 2 PROVEDENÉ PRÁCE

Práce probíhaly podle schváleného projektu a v souladu s podmínkami závazného stanoviska ČIL. Technické práce provedla firma VRT-KV s. r. o. soupravou WIRTH B1A. Vrtáno bylo 2. a 10. 5. 2017 rotačním způsobem, průměrem vrtného nástroje 156 mm, bez použití výplachu. Práce probíhaly za přítomnosti odpovědného inženýrského geologa a hydrogeologa. Vrt D1 byl realizován v projektované metráži, vrt D2 byl z důvodu závady na vrtné technice ukončen v hloubce 11 m (tj. o jeden metr méně, než předpokládal projekt). Po ukončení terénních prací byla průzkumná díla likvidována prostým záhozem.

Získané vrtné jádro bylo makroskopicky posouzeno, zdokumentováno a zatříděno dle ČSN 73 6133. Primární dokumentace byla pomocí účelového software upravena do grafické podoby a je uvedena v příloze 3.

Z vrtného jádra byly odebrány 4 reprezentativní vzorky základové půdy na základní klasifikační rozbor mechaniky zemin pro zpřesnění zatřídění. Laboratorní zkoušky zemin provedla laboratoř Minigeo Karlovy Vary.

V obou průzkumných vrtech bylo sledováno chování podzemní vody, výsledky jsou komentovány v kapitole 3.3. Průběžně byla měřena konduktivita (přístrojem LWT-01), teplota podzemní vody a Haertlovým testem zjišťován obsah volného oxidu uhličitýho a sledovány plynové projevy. Ustálená hladina byla změřena hladinoměrem se zvukovou a světelnou signalizací cca 24 hodin po odvrtání. Z vrtu D1 byl odebrán vzorek podzemní vody na laboratorní stanovení agresivity na betonové konstrukce (VaK Karlovy Vary). Výsledky laboratorních rozborů podzemní vody a zkoušek zemin jsou součástí přílohy 4.

Vrty byly situačně zaměřeny pomocí GPS a vyneseny do dodaného měřického podkladu, odkud byly pak odečteny nadmořské výšky.

Na základě geologických profilů byl zkonstruován schematický geologický řez reprezentující geologickou stavbu na lokalitě (příloha 2).

## 3 VÝSLEDKY PROVEDENÝCH PRACÍ

### 3.1 Inženýrskogeologické poměry staveniště

Provedenými průzkumnými vrty byly svrchu dokumentovány navážky (násypy) o mocnosti 1,7 - 5,2 m. Vrtem D1 byla v hloubce 5,2 m zastižena pod hlinitopísčitém materiálem hnědá humusová hlína, kterou považujeme za původní humusový horizont. Z toho usuzujeme, že hlinitopísčité zeminy v nadloží tohoto pohřbeného humózního horizontu jsou pravděpodobně umělým násypem. Nelze však zcela vyloučit, že by se mohlo jednat i o materiál přirozeně sesutý ze svahu, v jehož nadloží pak mohou být přirozené svahoviny, nikoli zemní násyp. Vrt D2 zastihl do hloubky 1,7 m hlinitopísčité navážky s obsahem stavebního odpadu a na jejich bázi 0,2 m mocnou polohu žulových úlomků.

V obou vrtech byly zastiženy chaoticky zvrstvené svahové uložení charakteru jak soudržných zemin tříd F1 a F4, tak nesoudržných zemin tříd G3 - G4 a jejich vzájemné přechody. Konzistence soudržných zemin kolísá od měkké po pevnou. Nepravidelně byly ve vrtu D2 zastiženy žulové úlomky centimetrových až decimetrových rozměrů. Úlomky se vyskytují jednotlivě i v drobných akumulacích.



Tyto skutečnosti potvrzují výsledky předchozí etapy prací realizované metodou penetračně karotážního sondování (MATĚJKOVÁ V., ET AL., 2012) s výjimkou báze penetrační sondy SP1, která byla interpretována jako zvětřelé skalní podloží (eluvium). Vrtý D1 i D2 dosahující do větší hloubky než penetrační sondy zvětřelou žulu ani žulové eluvium neověřily.

Penetračními sondami byly oproti nově provedeným vrtům dokumentovány i soudržné zeminy tříd F3, F5, F6 a F8 a nesoudržné zeminy tříd S3 - S5 a G5. Je však třeba si uvědomit, že metoda statické penetrace dokáže zachytit a analyzovat i drobnější polohy, které se při rotačním vrtání mohou promísit s okolním materiálem nebo zcela rozvrtat. Při vrtání pod hladinou podzemní vody navíc může u vrtného jádra docházet k vyplavování jemnozrnné složky i ke změně konzistence. Geomechanické parametry zemin zjištěné penetračními sondami je tak proto nutno považovat za průkaznější.

### 3.2 Geotechnické vlastnosti zastižených zemin

V následujících odstavcích uvádíme charakteristiky jednotlivých kvazihomogenních prostředí ověřených v rámci provedeného průzkumu na základě makroskopické dokumentace, prostorového uspořádání, výsledků laboratorních rozborů i archivních penetračních měření.

Zeminy zastižené vrtý lze vyčlenit do tří geotechnických typů s následujícími vlastnostmi:

*Násypy a humusové hlíny YO* – mají převážně charakter hlinitých písků S4, které jsou namrzavé, středně až slabě propustné, se středně dobrou únosností závislou na ulehlosti. Těžitelnost dle ČSN 73 6133 náleží do tř. I, dle staré ČSN 73 3050 převažuje třída 2. Do násypů a podloží komunikací jsou tyto materiály podmíněčně vhodné. Před použitím je nutno je individuálně posoudit a vyřadit materiál s obsahem stavebního a jiného odpadu.

*Hlíny a jíly tříd F1 a F4* – jsou nebezpečně namrzavé, slabě propustné, s proměnlivou únosností závislou na konzistenci. Těžitelnost dle ČSN 73 6133 náleží do tř. I, dle staré ČSN 73 3050 převažuje třída 3. Do násypů a podloží komunikací jsou tyto materiály podmíněčně vhodné.

*Štěrkovité zeminy tříd G3 a G4* – štěrky třídy G3 jsou nenamrzavé až mírně namrzavé, dobře až středně propustné, s dobrou únosností. Těžitelnost dle ČSN 73 6133 náleží do třídy I, dle staré ČSN 73 3050 převažují třídy 2-3. Do násypů a podloží komunikací jsou tyto materiály vhodné. Štěrky třídy G4 jsou namrzavé, středně propustné, s dobrou únosností. Těžitelnost dle ČSN 73 6133 náleží do třídy I, dle staré ČSN 73 3050 převažují třídy 2-3. Do násypů a podloží komunikací jsou tyto materiály podmíněčně vhodné.

V následující tabulce uvádíme orientační hodnoty geotechnických charakteristik materiálů dokumentovaných provedenými vrtý. Jsou stanoveny pro výše charakterizovaná kvazihomogenní prostředí, která graficky interpretujeme formou řezu v příloze 2. Charakteristiky byly stanoveny jako odvozené na základě indexových vlastností a zrnitosti zemin stanovených laboratorně nebo na základě makroskopického popisu. Vycházejí především ze směrných normových charakteristik zrušené ČSN 73 1001.

Tabulka 4. Orientační geotechnické charakteristiky zastižených základových půd

Základová půda dle ČSN 73 1001	$\nu$	$\beta$	$\gamma$ [kN.m <sup>-3</sup> ]	$E_{def}$ [MPa]	$c_u$ [kPa]	$\varphi_u$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\varphi_{ef}$ [°]	m	$R_{dt}$ [kPa]
Násypy a humusové hlíny YO	Nutno individuálně posoudit									
Hlíny a jíly F1 a F4 (tuhé konzistence)	0,35	0,62	18,5-19,0	5-15	60-70	0	8-16	23-25	0,2	150-200
Šterkovité zeminy G3 a G4	0,25-0,30	0,74-0,83	19,0	60-90	-	-	0-8	30-35	0,3	250-300

Vysvětlivky:

$\nu$	Poissonovo číslo	$c_u$	soudržnost totální
$\gamma$	objemová tíha	$c_{ef}$	soudržnost efektivní
$\beta$	převodní součinitel	$\varphi_u$	úhel vnitřního tření totální
$E_{def}$	modul přetvárnosti	$\varphi_{ef}$	úhel vnitřního tření efektivní
m	opravný součinitel přitížení	$R_{dt}$	orientační výpočtová únosnost (pro hloubku 1 m a šíři základu 0,5 m)

Z důvodů uvedených v závěru kap. 3.1 připojujeme i geotechnické charakteristiky zastižených základových půd zjištěných metodou statické penetrace.

Tabulka 5. Geotechnické charakteristiky zastižených základových půd

Zemina ČSN 73 6133		$\gamma$ [g/cm <sup>3</sup> ]	$c_u$ [kPa]	$R_d$ [kPa]	$E_{def}$ [MPa]	$\nu$	$\varphi_{ef}$ [°]	$\varphi_u$ [°]	$I_d$	$I_c$	$I_p$ [%]	$w_L$ [%]	$w_P$ [%]	$K_f$ [m/s]
Hlína šterkovitá F1-MG pevná	min	1,68	57,00	234,00	10,70	0,35		7,00		1,26	6,60	45,10	38,50	-8,00
	max	1,95	73,00	384,00	29,60	0,37		13,00		1,75	18,70	81,30	62,70	-5,00
	prum	1,87	65,22	311,78	19,60	0,36		10,11		1,52	11,66	56,60	44,94	-6,56
Hlína písčitá F3-MS pevná	min	1,73	48	209	10,7	0,34		7		0,95	5,5	37,1	29,8	-8
	max	1,97	72	371	28,5	0,37		13		1,71	16,8	68	55,8	-5
	prum	1,67	62,17	299,36	19,68	0,36		9,96		1,39	9,61	51,73	42,13	-6,12
Hlína písčitá F3-MS tuhá	min	1,84	36	154	7,5	0,35		6		0,65	6,7	45,5	36,1	-8
	max	1,93	61	267	15,6	0,37		9		1,44	16,8	68,4	53,9	-5
	prum	1,91	46,17	202,89	10,71	0,37		7,36		0,94	13,62	57,20	43,68	-7,00
Jíl písčitý F4-CS pevný	min	1,93	59,00	255,00	12,60	0,36		8,00		1,34	13,20	45,20	32,00	-8,00
	max	1,94	62,00	280,00	15,10	0,37		9,00		1,42	15,90	49,80	33,90	-7,00
	prum	1,93	60,50	267,50	13,85	0,37		8,50		1,38	14,55	47,50	32,95	-7,50
Hlína se střední plasticitou F5-MI tuhá	min	1,90	39,00	167,00	7,40	0,35		5,00		0,71	9,00	49,50	36,10	-9,00
	max	1,95	50,00	225,00	14,20	0,38		9,00		1,02	23,90	63,90	43,80	-6,00
	prum	1,92	45,08	185,46	9,07	0,37		6,31		0,88	16,93	56,69	39,76	-7,69
Hlína se střední plasticitou F5-MI pevná	min	1,77	48,00	176,00	6,60	0,35		3,00		1,02	7,60	49,60	35,80	-10,00
	max	1,92	69,00	339,00	23,00	0,38		11,00		1,60	29,20	66,00	54,50	-6,00
	prum	1,85	57,18	252,20	13,14	0,37		7,18		1,32	17,66	57,11	43,19	-7,91
Jíl se střední plasticitou F6-CI pevný	min	1,80	49,00	178,00	6,40	0,37		3,00		1,08	19,90	49,60	29,70	-10,00
	max	1,93	56,00	229,00	10,10	0,39		6,00		1,26	32,60	63,70	35,60	-8,00
	prum	1,87	53,67	208,67	8,48	0,38		4,83		1,20	25,18	58,18	33,00	-9,00
Jíl s velmi vysokou plasticitou F8-CV pevný	min	1,94	43,00	167,00	4,20	0,41		0,00		1,38	64,40	95,00	27,10	-10,00
	max	1,95	45,00	181,00	4,60	0,41		0,00		1,48	67,90	95,00	30,60	-10,00
	prum	1,94	44,00	174,00	4,40	0,41		0,00		1,43	66,07	95,00	28,93	-10,00
Jíl s velmi vysokou plasticitou F8-CV tuhý	min	1,85	32,00	108,00	2,90	0,38		0,00		0,87	26,40	74,30	10,00	-10,00
	max	1,87	57,00	229,00	8,90	0,45		5,00		1,38	85,00	95,00	47,90	-10,00
	prum	1,86	42,33	148,67	4,90	0,42		1,67		1,04	65,47	88,10	22,63	-10,00





Zemina ČSN 73 6133		$\gamma$ [g/cm <sup>3</sup> ]	$c_u$ [kPa]	$R_d$ [kPa]	$E_{def}$ [MPa]	$\nu$	$\phi_{ef}$ [°]	$\phi_u$ [°]	$I_d$	$I_c$	$I_p$ [%]	$w_L$ [%]	$w_p$ [%]	$K_f$ [m/s]
Jíl s vysokou plasticitou F8-CH pevný	min	1,91	48,00	172,00	5,90	0,37		2,00		1,00	19,40	51,20	31,70	-10,00
	max	1,92	57,00	234,00	10,50	0,39		6,00		1,28	36,70	68,40	32,60	-8,00
	prum	1,92	50,50	189,00	7,38	0,38		3,75		1,10	29,00	61,03	32,03	-9,50
Jíl s vysokou plasticitou F8-CH tuhý	min	1,92	33,00	111,00	3,90	0,38		0,00		0,58	24,60	58,80	24,60	-10,00
	max	1,93	36,00	137,00	5,60	0,39		4,00		0,66	40,80	65,40	34,20	-9,00
	prum	1,93	33,75	121,50	4,65	0,39		2,25		0,61	31,83	61,10	29,28	-9,75
Štěrka hlinitý G4-GM stř. ulehý	min	1,48		373,00	36,90	0,31	33,00		0,52		1,40	39,70	38,20	-5,00
	max	1,91		479,00	81,30	0,33	37,00		0,68		3,90	60,30	58,90	-4,00
	prum	1,73		411,80	58,36	0,32	35,00		0,59		2,36	51,26	48,90	-4,20
Štěrka hlinitý G4-GM ulehý	min	1,63		338,00	19,70	0,29	25,00		0,65		0,60	32,00	30,50	-7,00
	max	1,95		698,00	192,00	0,36	41,00		1,03		11,50	64,70	60,80	-3,00
	prum	1,89		479,96	67,25	0,32	35,21		0,80		3,44	41,34	37,91	-4,32
Štěrka jílovitý G5-GC	min	1,88		255,00	15,20	0,29	25,00		0,44		0,60	29,80	29,20	-6,00
	max	1,92		622,00	168,70	0,36	40,00		0,85		10,50	45,60	36,40	-3,00
	prum	1,89		435,25	64,43	0,32	34,38		0,68		3,65	36,65	33,00	-4,25
Písek s příměsí jemnozrnné zeminy S3 S-F	min	1,25		222,00	28,90	0,31	32,00		0,12		1,50	59,00	57,30	-4,00
	max	1,45		331,00	50,90	0,31	35,00		0,36		1,70	59,50	58,00	-4,00
	prum	1,35		278,67	39,77	0,31	33,67		0,25		1,63	59,30	57,67	-4,00
Písek hlinitý S4 SM kyprý až středně ulehý	min	1,56		220,00	16,50	0,31	28,00		0,24		1,40	40,40	37,70	-5,00
	max	1,97		363,00	58,90	0,35	35,00		0,53		6,90	59,60	58,20	-4,00
	prum	1,90		274,04	26,24	0,33	30,43		0,35		4,58	47,40	42,81	-4,65
Písek jílovitý S5 středně ulehý	min	1,73		354,00	29,20	0,32	31,00		0,62		2,80	27,20	24,40	-5,00
	max	1,78		422,00	48,30	0,34	35,00		0,69		5,60	45,40	39,80	-4,00
	prum	1,75		388,38	37,49	0,34	32,75		0,66		4,43	34,89	30,46	-4,75

#### Vysvětlivky:

$\gamma$  [g/cm<sup>3</sup>] objemová hmotnost  
 $c_u$  [kPa] totální soudržnost u soudrž. zemin  
 $R_d$  [kPa] únosnost (pro  $b \leq 3$  m)  
 $E_{def}$  [MPa] modul deformace  
 $\nu$  [-] Poissonovo číslo  
 $\phi_u$  [°] totální úhel vnitřního tření u soudrž. zemin

$\phi_{ef}$  [°] efektivní úhel vnitřního tření u nesoudrž. zemin  
 $I_d$  [-] relativní ulehlost u nesoudržných zemin  
 $I_c$  [-] stupeň konzistence u soudržných zemin  
 $I_p$  [%] index plasticity  
 $w_L$  [%] vlhkost na mezi tekutosti u soudržných zemin  
 $w_p$  [%] vlhkost na mezi plasticity u soudržných zemin  
 $K_f$  [m/s] řád hodnoty koeficientu filtrace (tj. hydraulické vodivosti)

### 3.3 Podzemní voda

Průzkumné práce zastihly mělkou zvědeň s volnou hladinou a průlinovou propustností, vázanou na kvartérní svahové sedimenty. Ve vrtu D1 byla hladina podzemní vody naražena v hloubce 4,5 m p.t. (440,0 m n.m.) a ustálila se v 4,6 m p.t. (439,9 m n.m.). Ve vrtu D2 byla hladina naražena již v hloubce 2,0 m p.t. (440,4 m n.m.) a ustálila se v úrovni 4,6 m p.t. (437,8 m n.m.).

Podle výsledků předchozí etapy prací, kdy byla v blízkosti vrtu D1 v sondě SP1 zjištěna hladina vody v hloubce 5,5 m a v blízkosti vrtu D2 v sondě SP2 v hloubce 2,0 m je nutno počítat s kolísáním hladiny podzemní vody v intervalu cca 1 m. Dotace kolektoru je z větší části závislá na infiltraci srážek.

Podle terénního měření lze vodu na lokalitě označit jako studenou (8 až 9 °C), neproplyněnou volným oxidem uhličitým (0 dílků Haertlova testu), slabě mineralizovanou

(vodivost 24 – 29 mS/m). Na lokalitě tak nebyly zastiženy proplyněné termominerální vody, které jsou v oblasti předmětem zvýšené ochrany.

Podle analytického rozboru vody z vrtu D1 je voda kyselé reakce, s nízkým obsahem síranů a je agresivní na beton vlivem zvýšeného obsahu CO<sub>2</sub> (67,7 mg/l) a pH (5,9). Ve smyslu ČSN EN 206-1 odpovídají zjištěné ukazatele stupni agresivity XA2.

#### 4 ZÁVĚR A DOPORUČENÍ

Provedenými pracemi byla ověřena mocnost navážek, charakter a geneze kvartérních uloženin. V obou vrtech byly zastiženy chaoticky zvrstvené svahové uloženiny charakteru jak soudržných zemin tříd F1 a F4, tak nesoudržných zemin tříd G3 - G4 a jejich vzájemné přechody. Konzistence soudržných zemin kolísá od měkké po pevnou. Nepravidelně byly ve vrtu D2 zastiženy žulové úlomky centimetrových až decimetrových rozměrů. Tyto skutečnosti potvrzují výsledky předchozí etapy prací realizované metodou penetračně karotážního sondování (MATĚJKOVÁ V., ET AL., 2012) s výjimkou báze penetrační sondy SP1, která byla interpretována jako zvětralé skalní podloží (eluvium). Vrtů D1 i D2 dosahující do větší hloubky než penetrační sondy však zvětralou žulu ani žulové eluvium neověřily.

Zjištěné charakteristiky základových půd uvádíme tabelárně v předchozí kapitole. Z důvodů vyšší průkaznosti doporučujeme vycházet z charakteristik ověřených penetračními sondami.

Pro hlubinné založení doporučujeme převzetí každé piloty inženýrským geologem, který aktuálně posoudí charakter horninového prostředí v konkrétním místě prováděné piloty. Piloty bude nutno vzhledem ke zvodnění sedimentů hloubit pod ochranou pažení.

Zemní práce bude možno provádět běžnými mechanismy. Práce mohou ztěžovat občasně balvany, které se mohou vyskytovat v navážkách i ve svahovinách. Zeminy z výkopů doporučujeme individuálně posoudit před použitím pro zpětné zásypy. Dočasné svahy výkopů do hloubky 3 m nebo do úrovně hladiny podzemní vody v navážkách a nesoudržných zeminách doporučujeme budovat min. 1 : 1, v soudržných zeminách 1 : 0,5. Výkopy hlubší než 3 m a výkopy pod úrovní hladiny podzemní vody bude nutno pažit.

S ohledem na dokumentaci archivních vrtů nelze vyloučit přítoky podzemní vody do výkopů již od hloubky cca 2 m. Vydátnost mělké kvartérní zvodně bude závislá na momentálních klimatických poměrech, větší přítoky mohou následovat po vydatnějších srážkách či jarním tání. Konstrukce základů budou vystaveny působení podzemních vod. Betonové konstrukce je nutno chránit před agresivitou podzemní vody stupně XA2 (ČSN EN 206-1). Vrtů nebyly zastiženy termominerální proplyněné vody, které jsou v oblasti předmětem zvýšené ochrany.

#### 5 POUŽITÉ PODKLADY

ČSN 73 1001 (1987): Základová půda pod plošnými základy.

ČSN 73 6133 (2010): Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací.

ČSN EN ISO 14688-2: Geotechnický průzkum a zkoušení - Pojmenování a zařizování zemin - Část 2: Zásady pro zařizování

ČSN EN 206-1 (2001): Beton - Část 1. Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda.



### Dynamický součinitel

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\Phi - 0,2}} + 0,73 \quad (\text{standardně udržovaná koleje})$$

$$L_\Phi = k \times L_M \quad \text{pro } n=3 \Rightarrow k=1,3$$

$$L_M = \frac{1}{n} (L_1 + L_2 + L_3) \quad n=3$$

$$L_1 = 5,90 \quad L_3 = 5,59 \quad L_2 = 16,03$$

$$L_M = \frac{1}{3} (5,90 + 16,03 + 5,59) = 9,17 \text{ m}$$

$$L_\Phi = 1,3 \cdot 9,17 = 11,92 \text{ m}$$

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{11,92 - 0,2}} + 0,73 = \underline{\underline{1,394}}$$

### Odstředivé síly

$$q_{tk} = \frac{v^2}{127 \cdot r} (f \times q_{vk})$$

pro snížení účinků od odstředivé síly je  $f=1$

$$r = 225 \text{ m} \quad v = 60 \text{ km/hod}$$

$$q_{tk} = \frac{60^2}{127 \cdot 225} \cdot q_{vk} = 0,126 q_{vk}$$

$$\text{pro } q_{vk} = 80 \text{ kN/m: } q_{tk} = 0,126 \cdot 80 = \underline{\underline{10,08 \text{ kN/m}}}$$

$$\text{pro } q_{vk} = 156,25 \text{ kN/m: } q_{tk} = 0,126 \cdot 156,25 = \underline{\underline{19,7 \text{ kN/m}}}$$

Šterkové ložeplocha obrysu šterk. lože:  $A = 3,01 \text{ m}^2$ 

$$\mu = 20 \text{ kN/m}^2$$

šířka zlatu:  $\bar{x} = 5,35 \text{ m}$ 

$$g_k = \frac{20 \cdot 3,01}{5,35} = 11,25 \text{ kN/m}^2$$

Kolejový suterén

$$g_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

Izolace + tvrdá ochrana

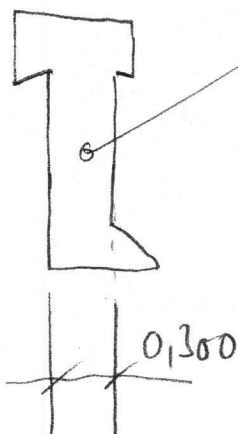
$$\bar{s} = 5,51 \text{ m}$$

$$g_k = \frac{24 \cdot 0,06}{5,26} = 0,27 \text{ kN/m}^2$$

Římky + zábradlízábradlí - odhad:  $0,5 \text{ kN/m}$ 

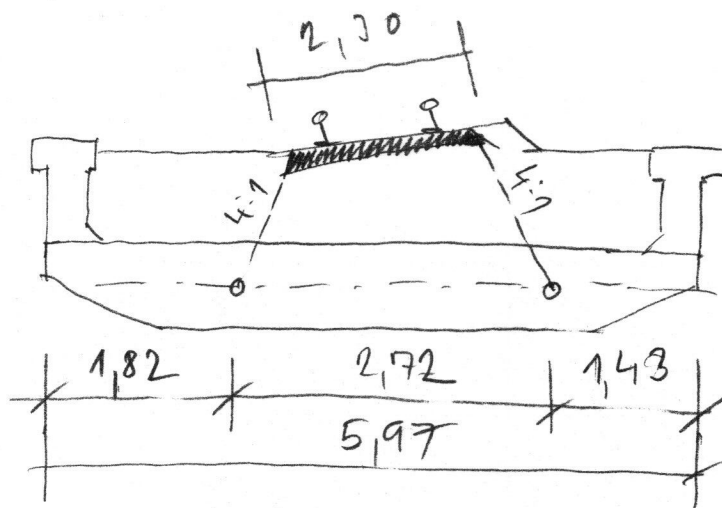
$$A = 0,255 \text{ m}^2$$

$$g_k = \frac{0,255 \cdot 25 + 0,5}{0,3} = 22,9 \text{ kN/m}^2$$





Roznos zatížení ze svršku

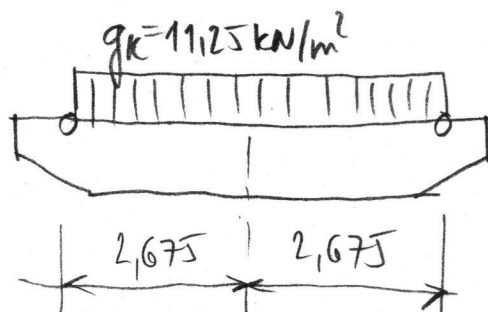
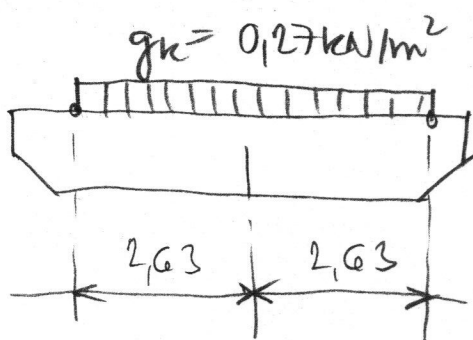


kolejový svršek:

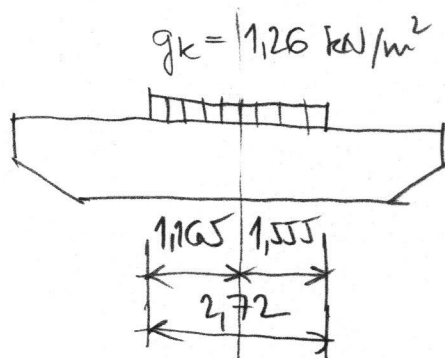
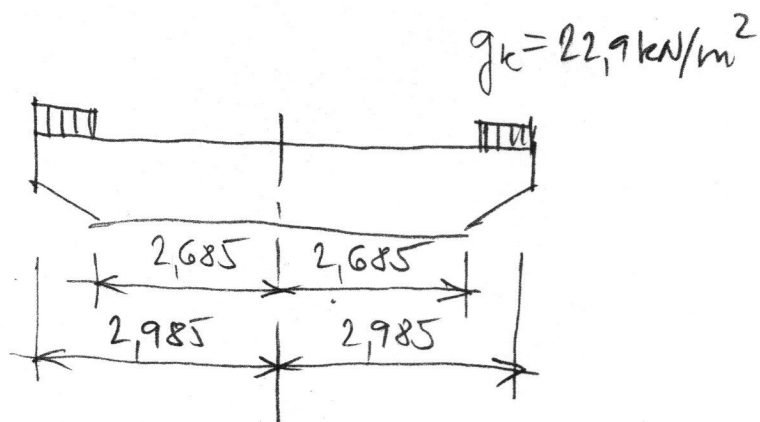
$$g_k = \frac{1,5 \cdot 2,3}{2,72} = 1,26 \text{ kN/m}^2$$



Jeltkové lože

izolace  
+ ochrana

svrtilch

římky  
+ zábr.



## Zemní tlak na tubu opět a křídla

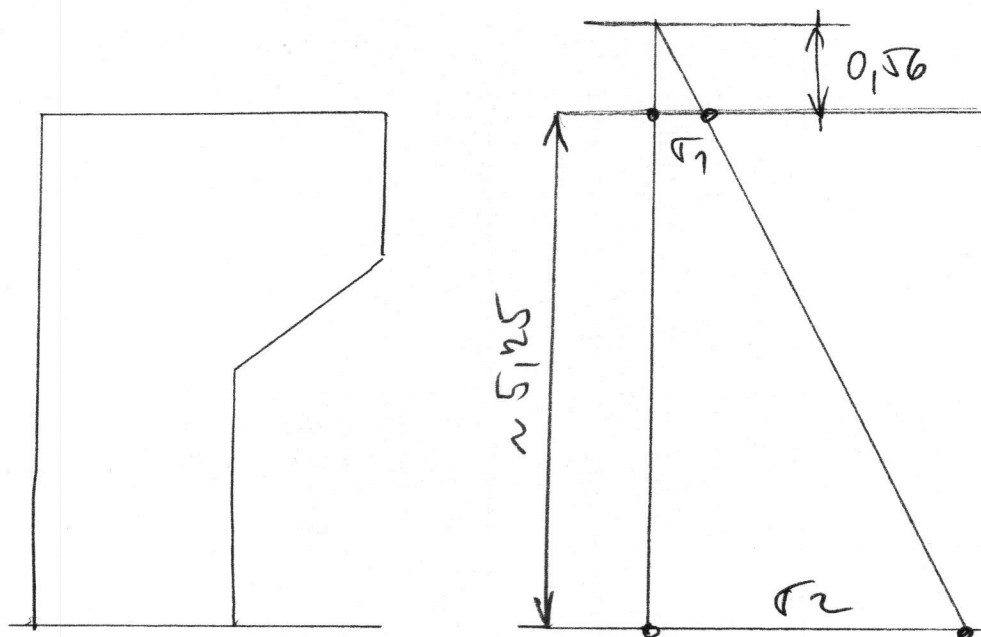
parametry zářypu:

$$\mu = 18,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi = 34^\circ$$

$$\nu = 0,28$$

Uvažuji zemní tlak v klidu -  $k_0 \approx 0,5$

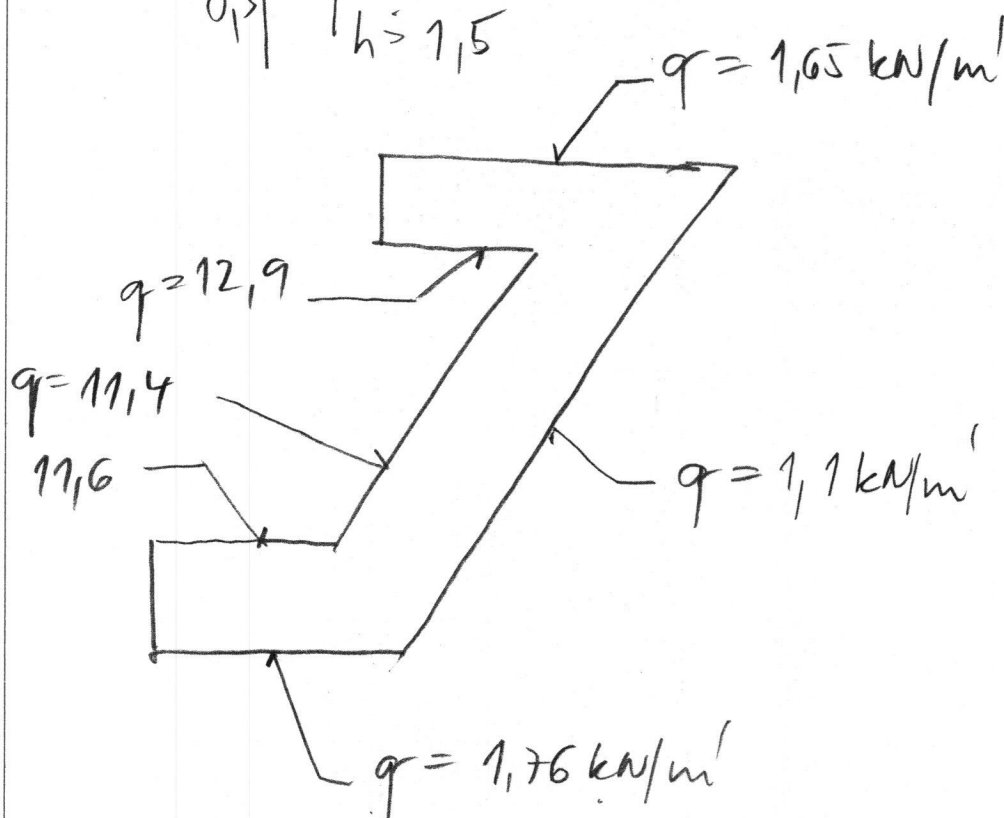
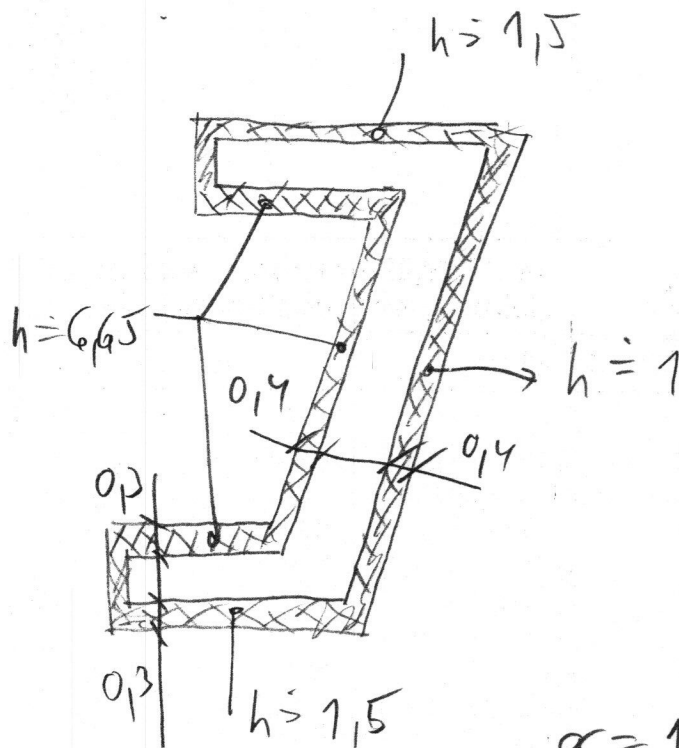


$$\sigma_1 = \mu \cdot h_1 \cdot k_0 = 18,5 \cdot 0,56 \cdot 0,5 = \underline{5,18 \text{ kN/m}^2}$$

$$\sigma_2 = \mu \cdot h_2 \cdot k_0 = 18,5 \cdot 5,81 \cdot 0,5 = \underline{53,7 \text{ kN/m}^2}$$



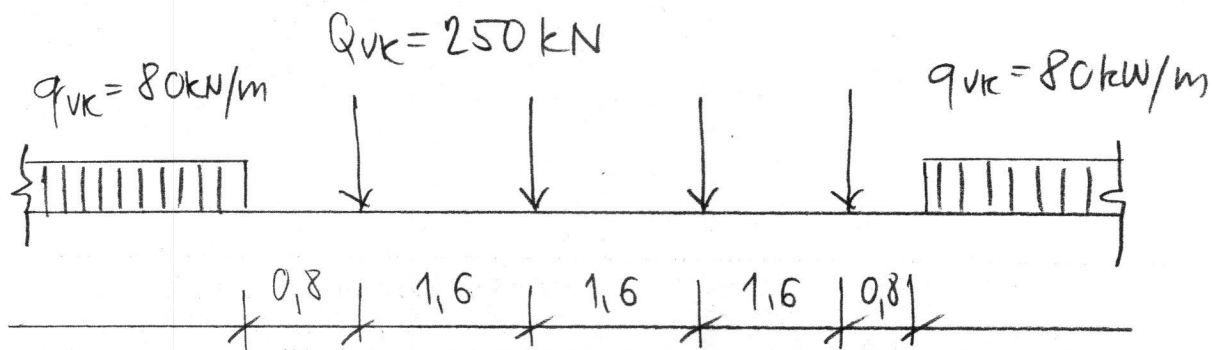
# Přítlační základového ústupku zeminou



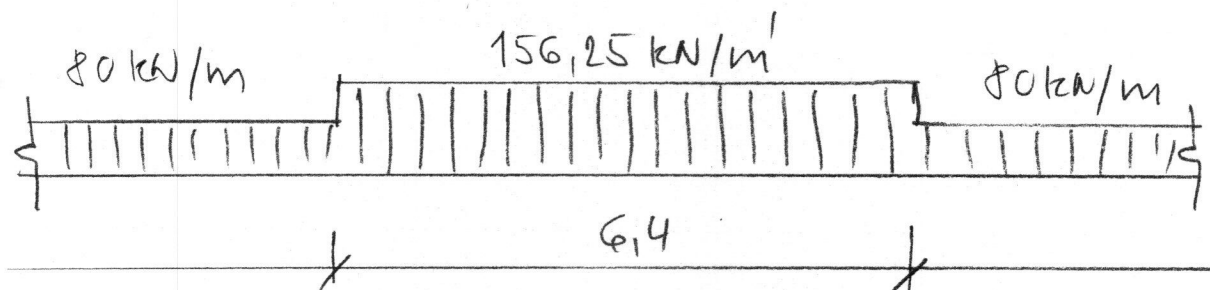




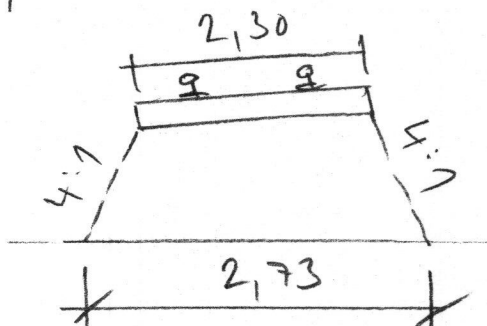
## Model zatížení LM71



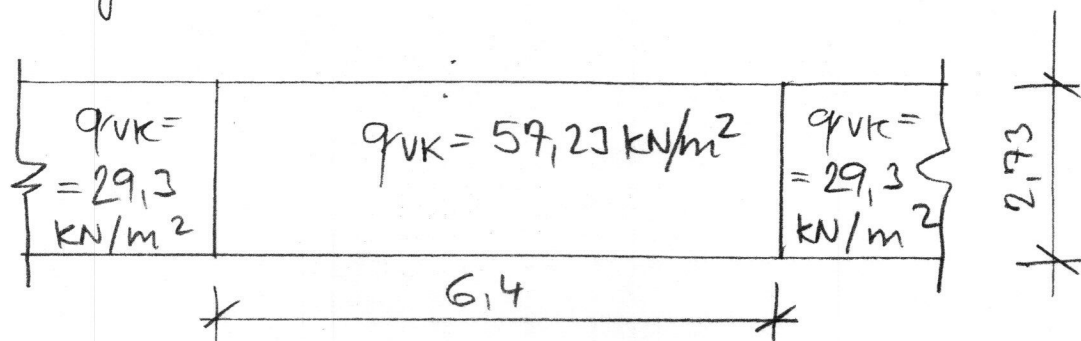
Pro globální účinky rozsetu osamělého zatížení  
rovnoměrnosti po délce:



Roznos v příčném směru:



Přídorys - roznesené zatížení:





## Zatížení od rozjezdu a brzdění

čl. 6.5.3 ČSN EN 1991-2

rozjezd:  $Q_{1ak} = 33 \text{ kN/m} \cdot L_{ab} < 1000 \text{ kN}$

brzdění:  $Q_{1bk} = 20 \text{ kN/m} \cdot L_{ab} < 600 \text{ kN (LM71)}$

$$L_{ab} = 17,07 \text{ m}$$

$$Q_{1ak} = 33 \cdot 17,07 = 563 \text{ kN} < 1000 \text{ kN} - \text{rozhoduje}$$

$$Q_{1bk} = 20 \cdot 17,07 = 341 \text{ kN} < 600 \text{ kN}$$

Redukční součinitel  $\xi$  uvažuji  $\xi = 1,0$   
(poznámka pod tab. 6.9)

Zatížení se vodorovně rovnoměrně po příčinné délce  $L_{ab}$ .



## Kombinace zatížení

pro hlavní nosný systém ZBN: tab A2.4 (B)  
viz 6.10 b:

$$\xi \cdot \gamma_{G, sup} \cdot G_{K, sup} + \gamma_{G, inf} \cdot G_{K, inf} + \\ + \gamma_{Q, 1} \cdot Q_{K, 1} + \gamma_{Q, i} \cdot \psi_{Q, i} \cdot Q_{K, i}$$

$$\gamma_{G, sup} = 1,35$$

$$\gamma_{G, inf} = 1,0$$

$$\gamma_Q = 1,45 \text{ pro sestavy zatížení od zvl. dopravy}$$

$$\gamma_Q = 1,50 \text{ pro ost. zat. dopravní a pro další proměnná zatížení}$$

$$\xi = 0,85 \quad (\xi \cdot \gamma_{G, sup} = 0,85 \cdot 1,35 \approx 1,15)$$

$$\psi_{Q, i} = 0,8 \quad (\text{tab. A2.3})$$

## Sestavy zatížení zeleňmičů dopravní

$$g_{t11} : \quad LM71 + \text{ROZVED/BRZDĚNÍ} + \\ + 0,5 \times \text{ODSTĚ. SÍLA} + \\ + 0,5 \times \text{BOČNÍ RAŽ}$$

$$g_{t12} : \quad LM71 + 0,5 \times \text{ROZVED/BRZDĚNÍ} + \\ + \text{ODSTĚ. SÍLA} + \text{BOČNÍ RAŽ}$$



## Zatížení teploem - ČSN EN 1991-1-5

Romanneta slozta - n.k. typ 3

$$T_{e,min} = T_{min} + 8^{\circ}C$$

$$T_{e,max} = T_{max} + 1,5^{\circ}C$$

$$T_{min} = -30,1 \div -32^{\circ}C$$

$$T_{max} = 36,1 \div 38^{\circ}C$$

potom:  $T_{e,min} = -31 + 8 = -24^{\circ}C$

$$T_{e,max} = +37 + 1,5 = +38,5^{\circ}C$$

Char. hodnoty max. a min. rozsahu  
termometrické složky teploty:

$$\Delta T_{n,con} = T_0 - T_{e,min}$$

$$\Delta T_{n,exp} = T_{e,max} - T_0$$

$$T_0 = +10^{\circ}C$$

$$\Delta T_{n,con} = 10 - (-24) = 34^{\circ}C \text{ (pro zkrácení)}$$

$$\Delta T_{n,exp} = 38,5 - 10 = 28,5^{\circ}C \text{ (pro prodloužení)}$$



## Rozdílové složky teploty

Svislá lin. složka teploty - postup 1

Charakteristika lineárních rozdílových teplot

pro h.k. typ 3:

$$\Delta T_{M,exp} = 15^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{M,con} = 8^{\circ}\text{C}$$

korekční součinitele pro různé hodnoty  
svislosti:

pro sletkové lože:

$$k_{sur} = 0,6 \text{ (horní povrch teplejší)}$$

$$k_{sut} = 1,0 \text{ (dolní — — —)}$$

sestavení průběhu termometru a  
rozdílové složky

$$\Delta T_{M,heat} \text{ (nebo } \Delta T_{M,cool}) + w_N \Delta T_{N,exp} \text{ (nebo } \Delta T_{N,con})$$

$$w_M \Delta T_{M,heat} \text{ (nebo } \Delta T_{M,cool}) + \Delta T_{N,exp} \text{ (nebo } \Delta T_{N,con})$$

$$w_N = 0,35 \quad w_M = 0,75$$

Oteplení

$$1) 0,6 \cdot 15 + 0,35 \cdot 28,5 = 9 + 10$$

$$2) 0,6 \cdot 0,75 \cdot 15 + 28,5 = 7 + 28,5$$

Ochladení

$$3) 8 + 0,35 \cdot 34 = 8 + 12$$

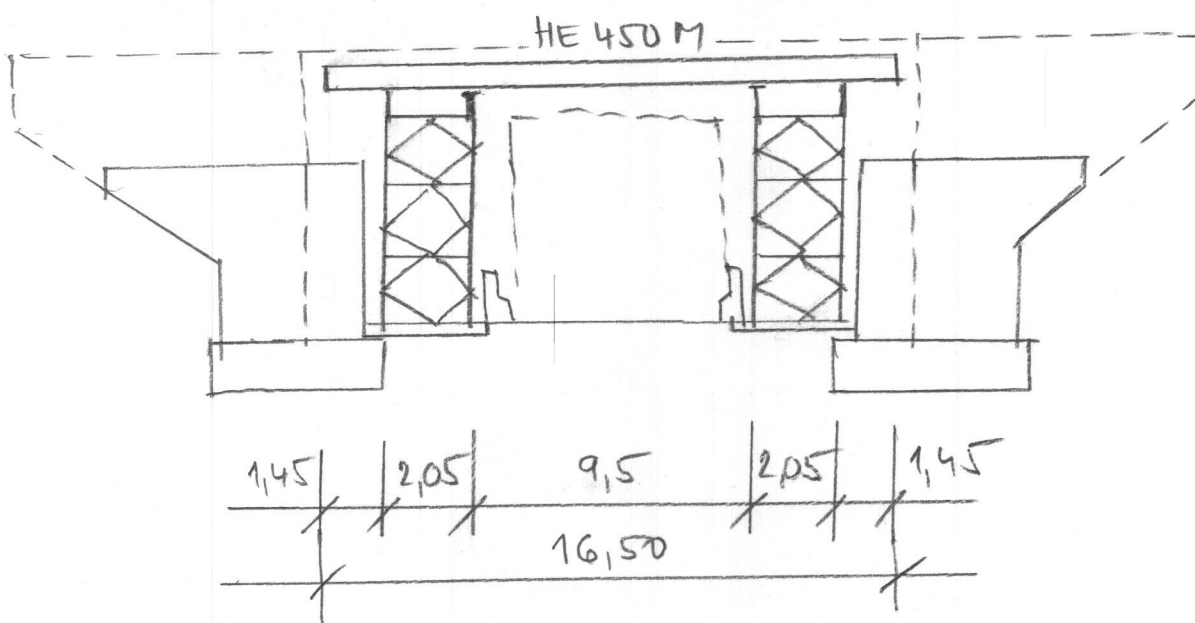
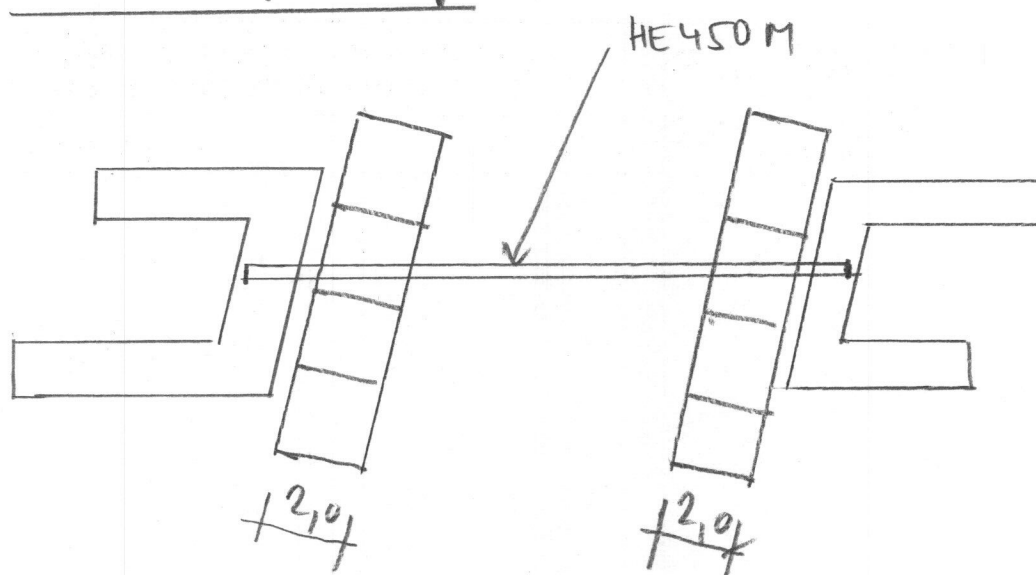
$$4) 0,75 \cdot 8 + 34 = 6 + 34$$

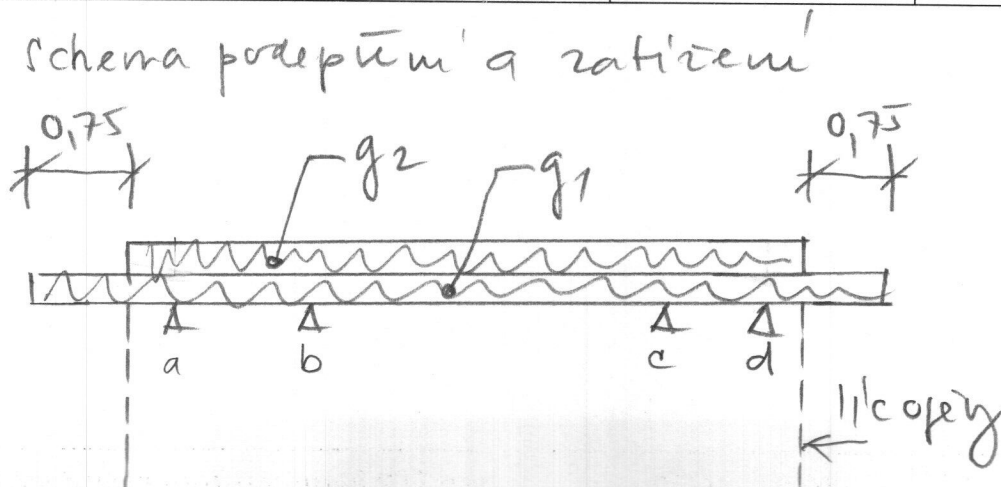


## Montážní stao

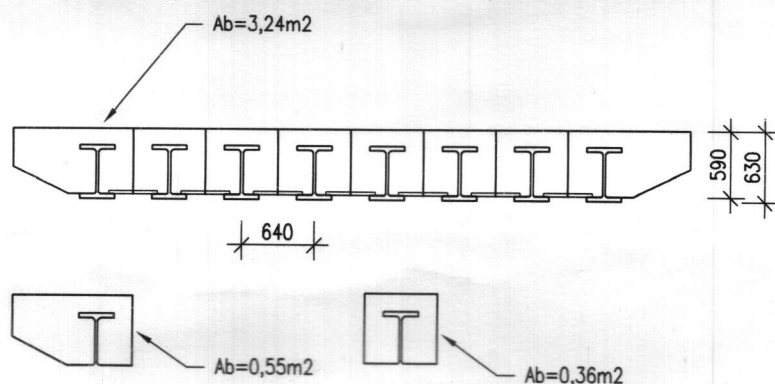
Nosníky ZBN budou podepřeny na provizorních  
báňkách (uvazují materiál P12M0)

## Schema - půdorys





$$g_1 = 2,63 \text{ kW/m} \text{ (nosník HE 450 M)}$$

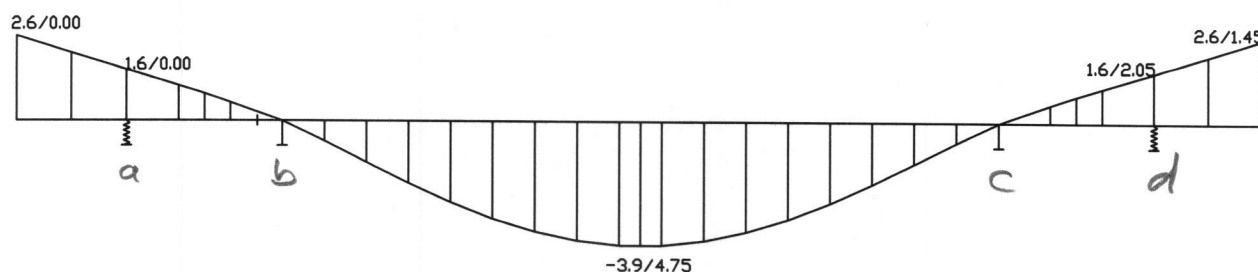


Zatřzení 1 nosníku betonem (čerstvý m):

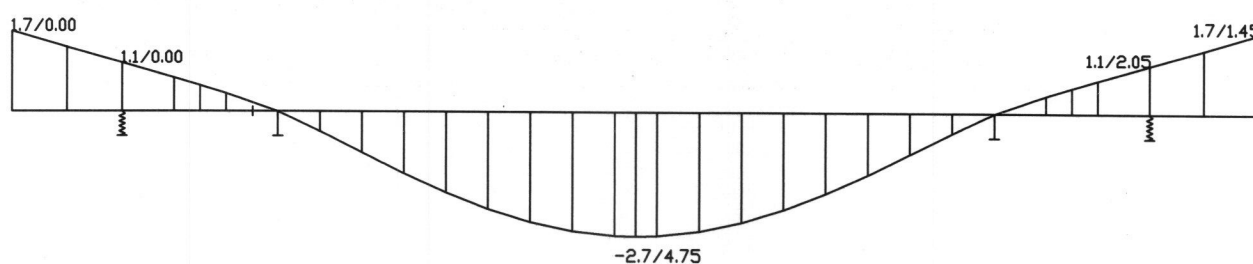
nosník ①:  $g_2 = 0,55 \cdot 26 = 14,3 \text{ kW/m}$   
 nosník ②:  $g_2 = 0,36 \cdot 26 = 9,4 \text{ kW/m}$



## NOSNÍK N1-PRŮHYB

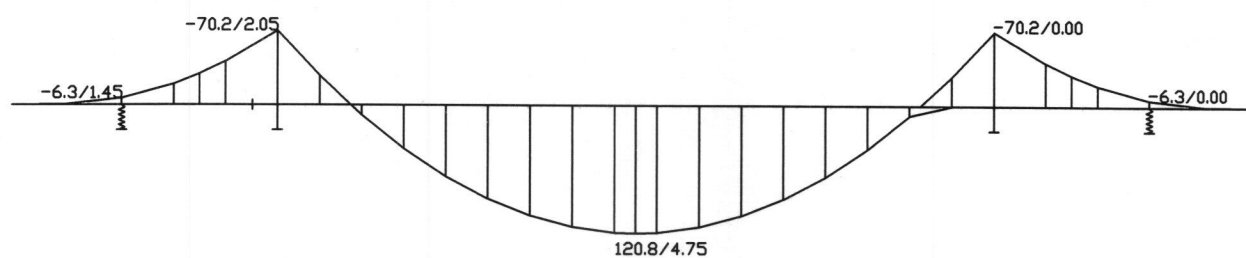
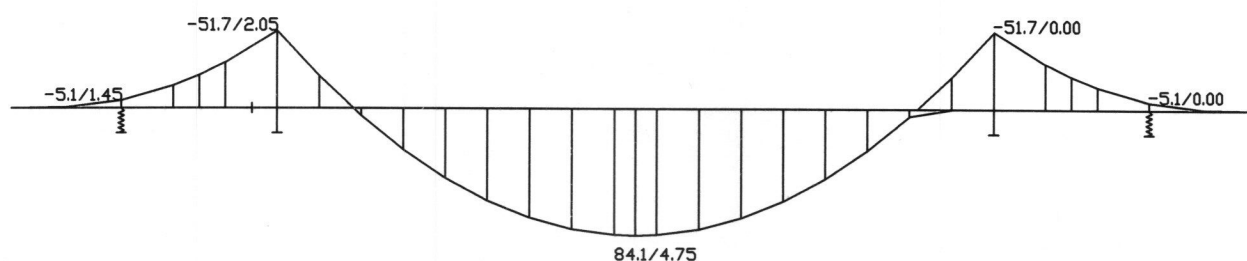


## NOSNÍK N2-PRŮHYB



Pozn. - podpora a) přenáší pouze tlak

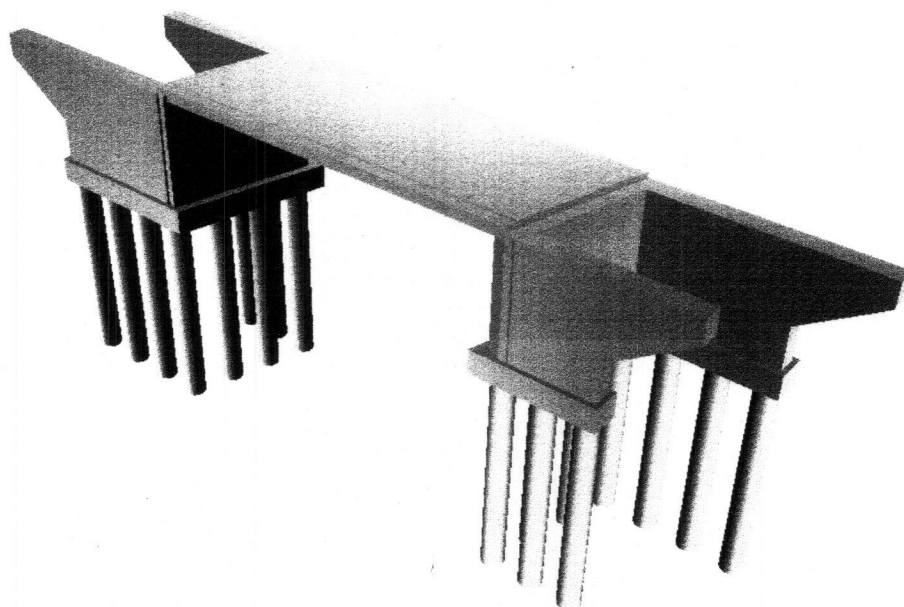
Ohyb. momenty - charakter. hodnoty

NOSNÍK N1-M<sub>x,k</sub>NOSNÍK N2-M<sub>x,k</sub>

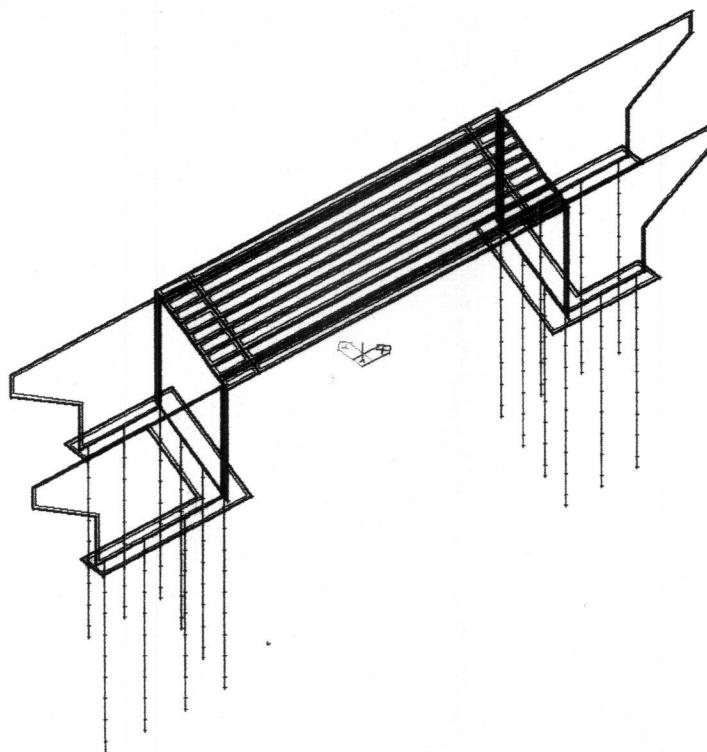




Rendrovaný model konstrukce

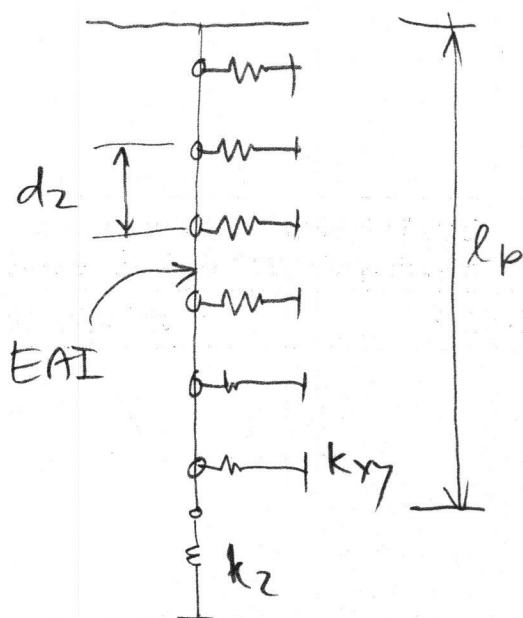


Model konstrukce





## Modelování pilot



$$k_{xy} = k_h \cdot D \cdot dz \text{ [kN/m]}$$

$D$  – průměr piloty

$k_h$  – modul vodorovné reakce podloží

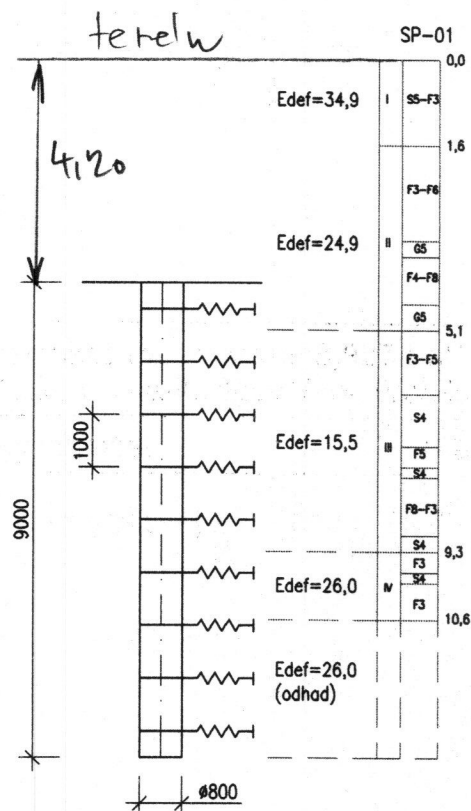
soudržné zeminy:  $k_h = \frac{2 \cdot E_{def}}{3 \cdot D}$

nesoudržné z.:  $k_h = \frac{2}{D} \cdot n_h$

$z$  – hloubka pod terémem

$n_h$  – konstanta z tabulky:

$ld$	0,33	0,5	0,9
suchý písek a štěrky	1,5	7,0	18,0
vlhký písek a štěrky	2,5	4,5	11,0

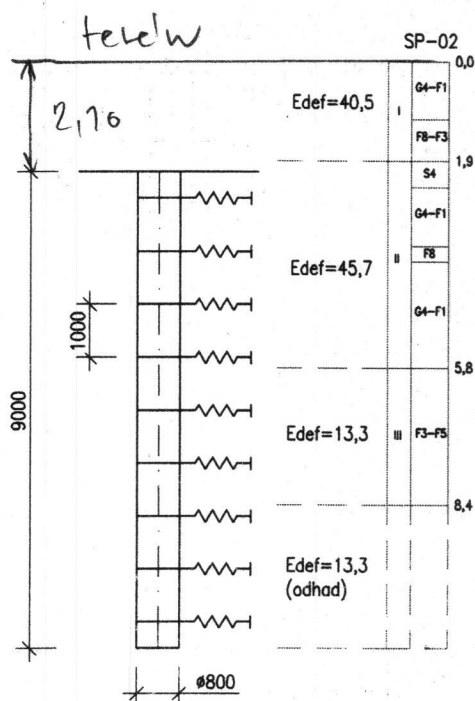
Hodnoty  $k_h$  [MN/m<sup>3</sup>]

$$z=4,7 \quad h_h=4,5 \quad k_h=26,4$$

$$k_h = \frac{2 \cdot 15,5}{3 \cdot 0,8} = 12,9$$

$$k_h = \frac{2 \cdot 26}{3 \cdot 0,8} = 21,7$$

$$k_h = 21,7$$



$$z=2,6 \quad k_h = \frac{2,6}{0,8} \cdot 4,5 = 14,6$$

$$z=3,6 \quad k_h = \frac{3,6}{0,8} \cdot 4,5 = 20,3$$

$$z=4,6 \quad k_h = \frac{4,6}{0,8} \cdot 4,5 = 25,9$$

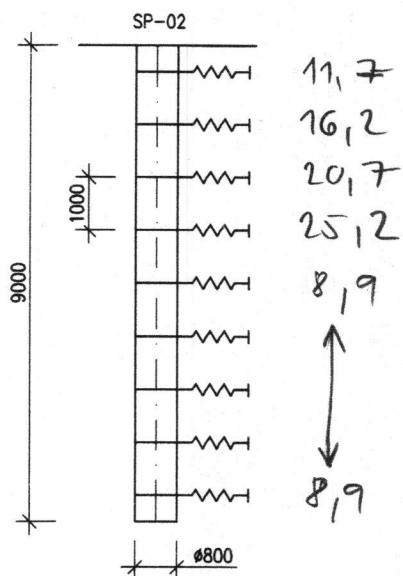
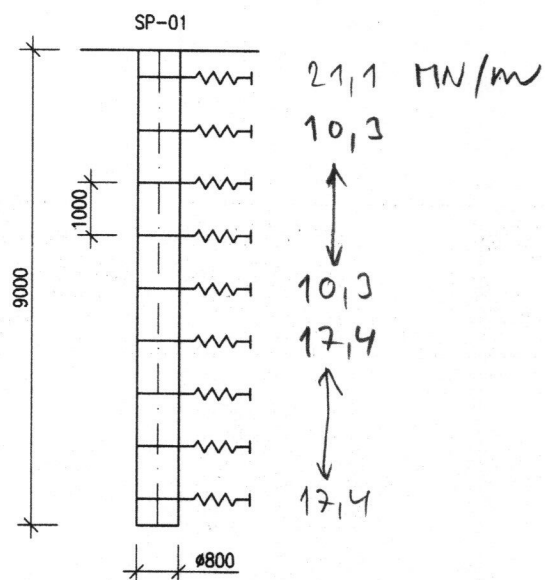
$$z=5,6 \quad k_h = \frac{5,6}{0,8} \cdot 4,5 = 31,5$$

$$k_h = \frac{2 \cdot 13,3}{3 \cdot 0,8} = 11,1$$

$$k_h = 11,1$$



Hodnoty  $k_{xy}$  : [kN/m]





# ÚNOSNOST PILOT

Program PILE : Vypocet unosnosti vrtanych pilot Str.:

\*\*\*\*\*

Oznaceni profilu :  
SP01

popis vrstev	h [m]	gamma [kNm-3]	zemina	Es [MPa]	fi [deg]	c [kPa]
GP2	0.90	16.60	ID5	11.0	33.0	0.0
GP3	4.20	19.30	IC5	11.0	31.0	45.0
GP4	11.00	19.40	IC10	38.0	35.0	65.0

Udaje o pilote : prumer [m] do hloubky [m]

0.90 9.00

krychelná pevnost betonu [MPa] : 30.0  
 modul pružnosti betonu [MPa] : 33000.0  
 pomer delta/fi : 0.333

soucinitele : plast pata  
 spolehlivosti (Masopust) : 0.70 0.70  
 bezpecnosti (Caquot-Kerisel) : 5.00 5.00

\*\*\*\*\* V Y S L E D K Y \*\*\*\*\*

c.	h [m]	mezni stav pouzitelnosti			mezni stav unosnosti		
		----- Masopust -----			---- Caquot-Kerisel ----		
		h/d	zemina	qs [kPa]	sigma [kPa]	Tc [kPa]	Tf [kPa]
1	0.900	0.500	ID5	30.34	14.94	0.00	8.63
2	4.200	2.833	IC5	39.05	78.63	242.51	44.13
3	9.000	7.333	IC10	82.50	171.75	0.00	0.00

napeti na pate : 879 kPa .  
 charakteristiky stavu : Es= 25.4 MPa . h0 = 5.91 m  
 I1= 0.145 . Nqmin= 38.5 Nqmax=134.5  
 Rk= 1.051 . Nq =131.1 Nc =185.8

celk. treni plaste [kN] : 1561 . 2696  
 celk. odpor paty [kN] : 559 . 22009  
 souc. prenosu do paty : 0.264 . 0.891  
 sedani (mob. plast. treni) : 0.0099 m .

dov. zatizeni piloty [kN]: 1484 . 4941

zatizeni piloty sedani piloty  
 1200 [kN] 0.0065 m

\*\*\*\*\*

$$k_2 = \frac{1200}{0.0065} = 184615 \text{ kN/m}$$



# ÚNOSNOST PILOT

Program PILE : Vypocet unosnosti vrtanych pilot Str.:

\*\*\*\*\*

Oznaceni profilu :  
SP02

popis vrstev	h [m]	gamma [kNm-3]	zemina	Es [MPa]	fi [deg]	c [kPa]
GP2	3.70	19.30	ID5	16.0	34.0	71.0
GP3	6.30	18.80	IC10	32.0	8.0	51.0
GP3A	11.00	18.80	IC10	46.0	8.0	51.0

Udaje o pilote :

prumer [m] do hloubky [m]

0.90 9.00

krychelná pevnost betonu [MPa] : 30.0  
 modul pružnosti betonu [MPa] : 33000.0  
 pomer delta/fi : 0.333

soucinitele : plast pata  
 spolehlivosti (Masopust) : 0.70 0.70  
 bezpecnosti (Caquot-Kerisel) : 5.00 5.00

\*\*\*\*\* V Y S L E D K Y \*\*\*\*\*

c.	h [m]	mezni stav pouzitelnosti			mezni stav unosnosti		
		----- Masopust -----	----- Caquot-Kerisel -----				
		h/d	zemina	qs [kPa]	sigma [kPa]	Tc [kPa]	Tf [kPa]
1	3.700	2.056	ID5	54.65	71.41	476.57	45.69
2	6.300	5.556	IC10	77.76	120.29	73.89	6.44
3	8.566	8.259	IC10	84.16	162.90	73.89	9.51
4	9.000	9.759	IC10	86.18	171.05	0.00	0.00

napeti na pate : 879 kPa  
 charakteristiky stavu : Es= 29.6 MPa h0 = 0.43 m  
 I1= 0.145 Nqmin= 2.1 Nqmax= 2.7  
 Rk= 1.057 Nq = 2.7 Nc = 11.9

celk. treni plaste [kN] : 1788 6589  
 celk. odpor paty [kN] : 559 678  
 souc. prenosu do paty : 0.238 0.093  
 sedani (mob. plast. treni) : 0.0094 m

dov. zatizeni piloty [kN]: 1643 1453

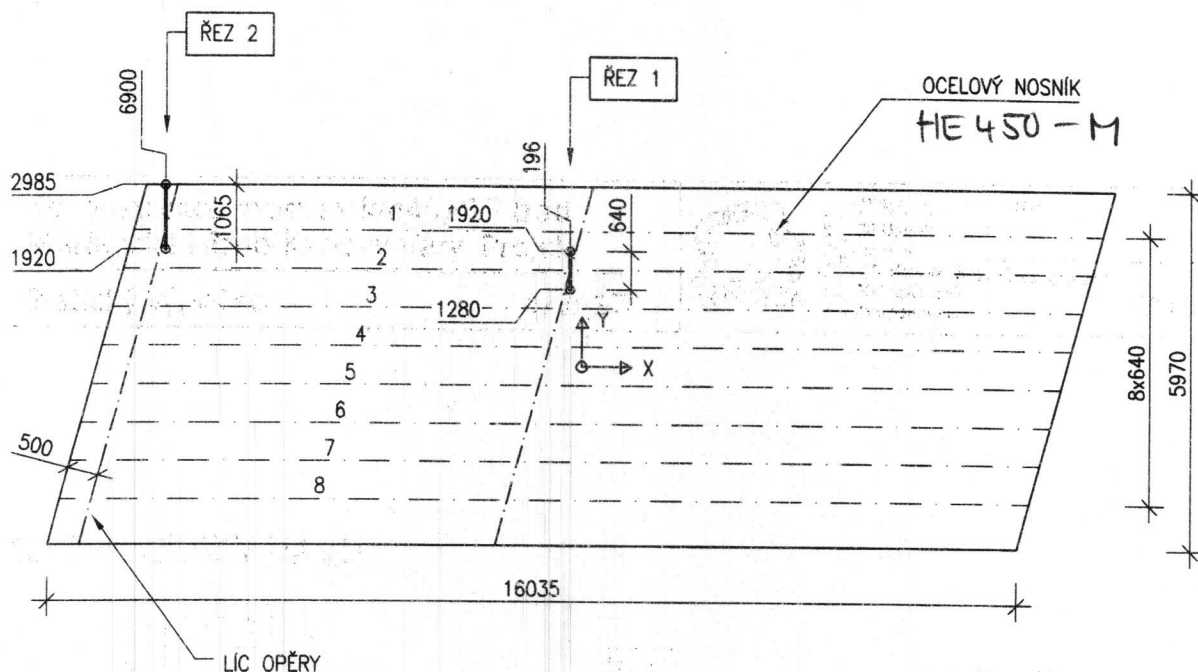
zatizeni piloty sedani piloty  
 1200 [kN] 0.0050 m

\*\*\*\*\*

$$k_z = \frac{1200}{0.005} = 240\,000 \text{ kN/m}$$

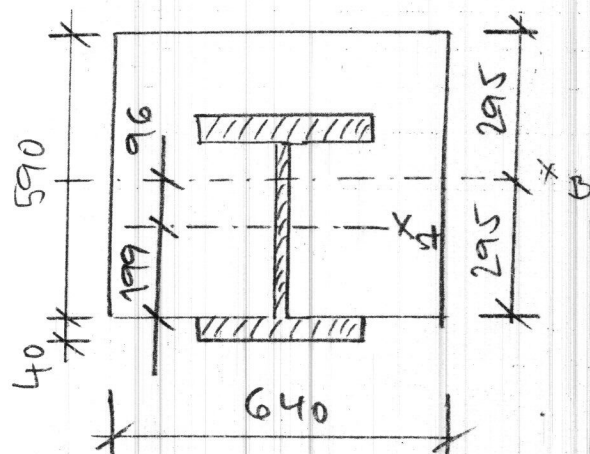


## SCHEMA DESKY RÁMU

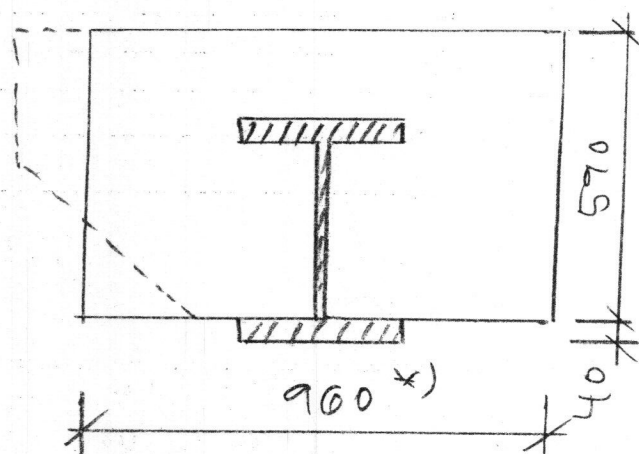


Přehled :

Řez 1



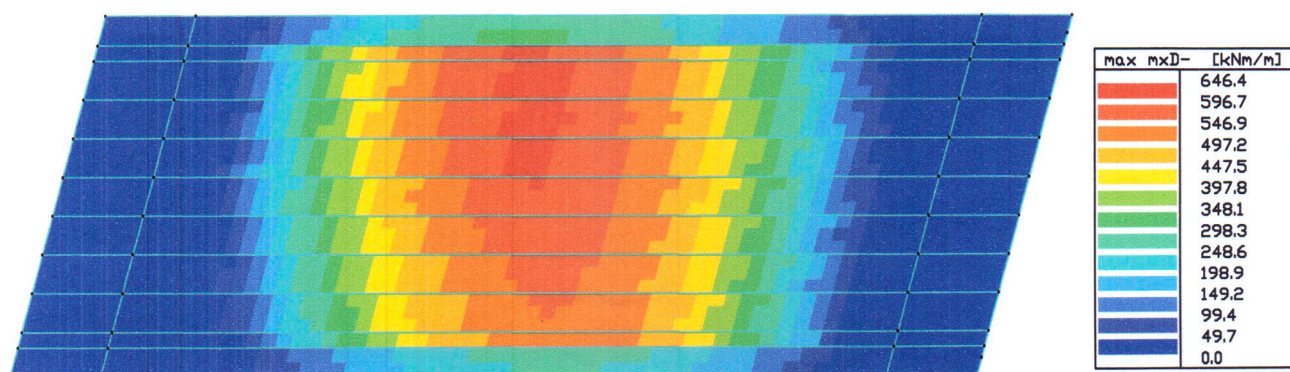
Řez 2



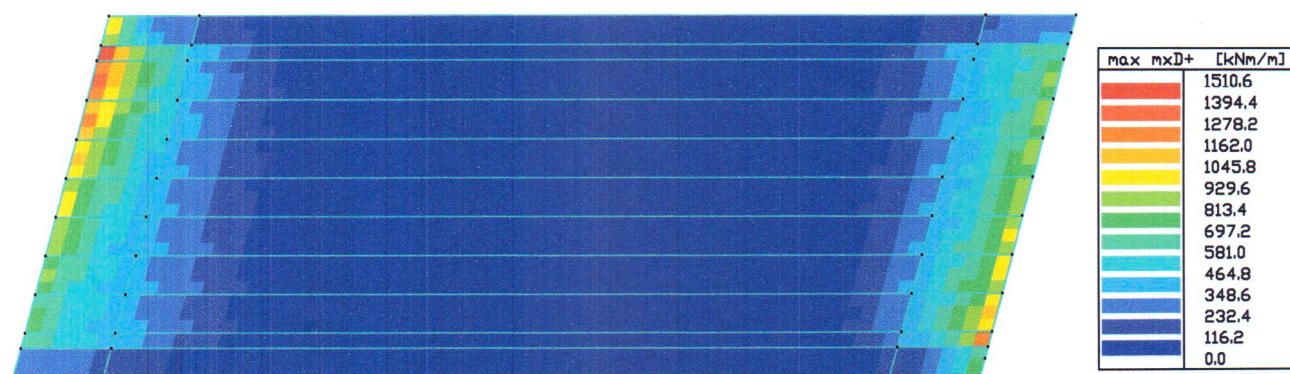
\*) stejná síťba průřez



MSÚ – OBÁLKA SESTAV GR11, GR12 – mxD– (DOLNÍ VLÁKNA)

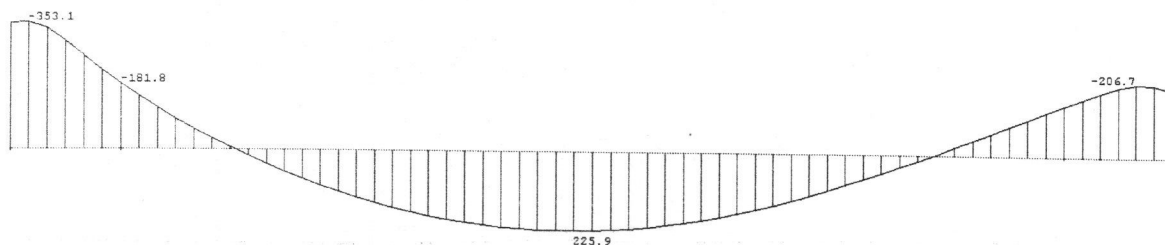


MSÚ – OBÁLKA SESTAV GR11, GR12 – mxD+ (HORNÍ VLÁKNA)

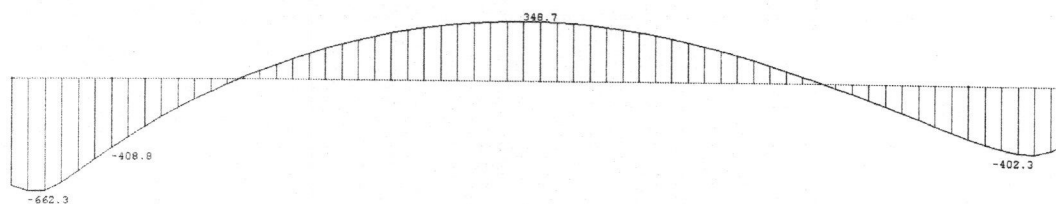




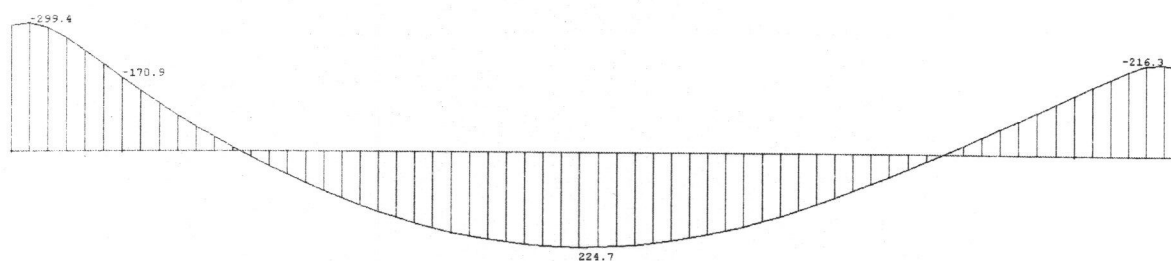
**NOSNÍK 1, My, kombinace C5**



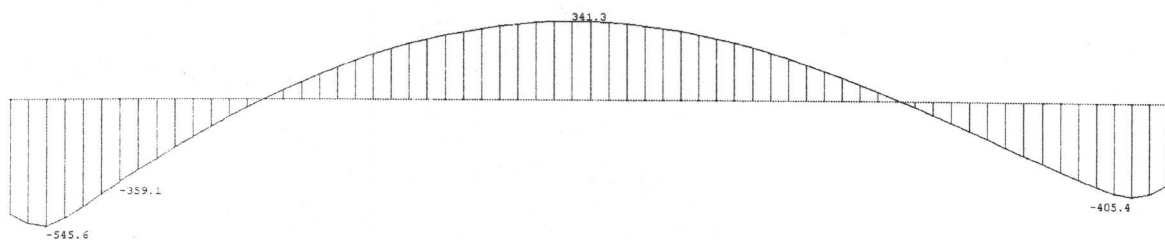
**NOSNÍK 1, N, kombinace C5**



**NOSNÍK 2, My, kombinace C14**



**NOSNÍK 2 N, kombinace C14**





# $M_{su}$ – vnitřní síly na Fezech 1, 2

## Řez 1

Kombinace	$F_x$ [kN]	$M_y$ [kNm]
C4	-435	332 kNm
C5	-443	341
C6	-421	321
C13	-413	337
* C14	-421	347
C15	-400	326

## Řez 2

Kombinace	$F_x$ [kN]	$M_y$ [kNm]
C4	306	-739
* C5	305	-745
C6	273	-720
C13	324	-720
C14	321	-726
C15	286	-700



MSÚ - vnitřní síly na ocelových nosnících

Nosník č. 1 - řez 2

kombinace C5:

$$N = -662 \text{ kN}$$

$$M_y = -353 \text{ kNm}$$

Nosník č. 2 - řez 1

kombinace C14:

$$N = 341 \text{ kN}$$

$$M_y = 225 \text{ kNm}$$

Přepočít vnitřních sil k třetímu betonového průřezu

Řez 1

$$M_y = 347 + 225 + 341 \cdot 0,096 = \underline{605 \text{ kNm}}$$

$$N = -421 + 341 = \underline{-80 \text{ kN}}$$

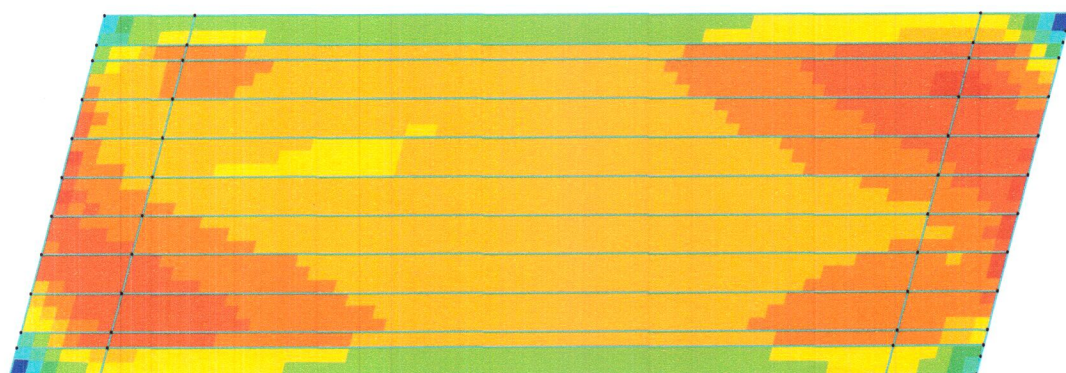
Řez 2

$$M_y = -745 - 353 - 662 \cdot 0,096 = \underline{-1162 \text{ kNm}}$$

$$N = 305 - 662 = \underline{-357 \text{ kN}}$$

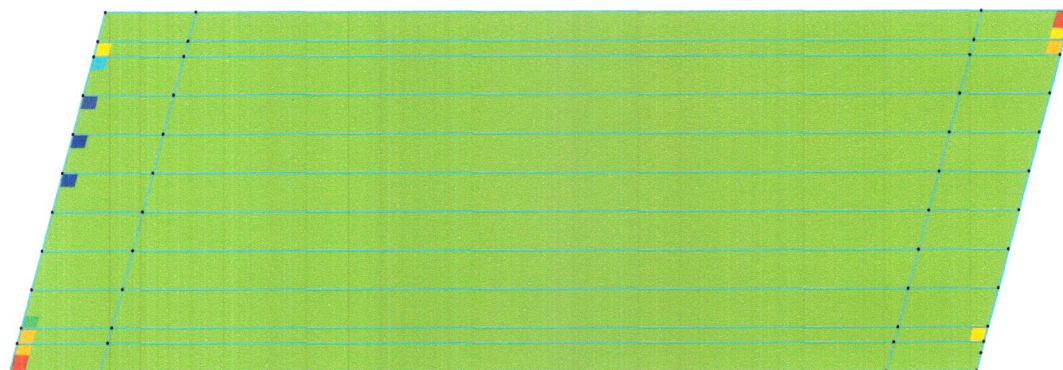


MSÚ – OTEPLENÍ – mxD– (DOLNÍ VLÁKNA)



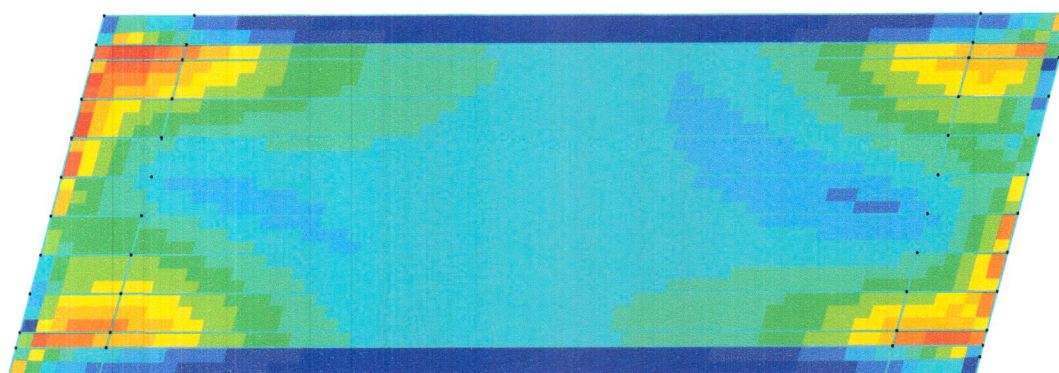
mxD– [kNm/m]	
126.2	
112.2	
98.2	
84.1	
70.1	
56.1	
42.1	
28.0	
14.0	
0.0	
-12.8	
-25.6	
-38.5	
-51.3	

MSÚ – OTEPLENÍ – mxD+ (HORNÍ VLÁKNA)



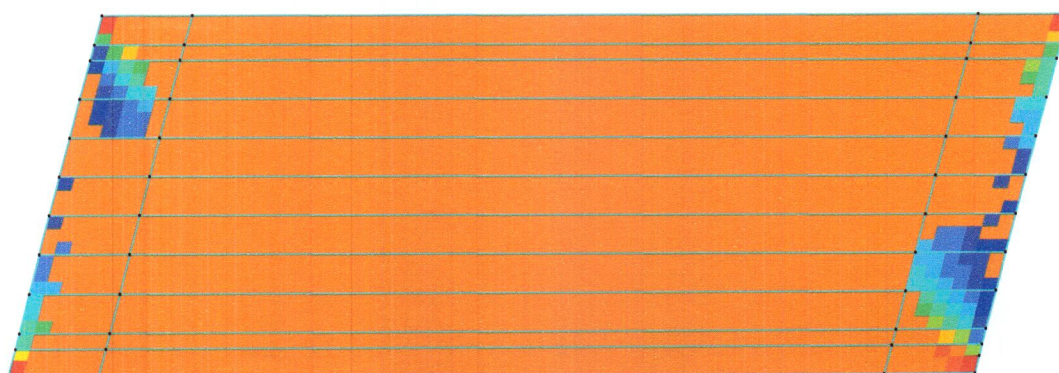
mxD+ [kNm/m]	
79.5	
66.2	
53.0	
39.7	
26.5	
13.2	
0.0	
-13.9	
-27.7	
-41.6	
-55.4	
-69.3	
-83.2	
-97.0	

MSÚ – OCHLAZENÍ – mxD– (DOLNÍ VLÁKNA)



mxD– [kNm/m]	
186.6	
176.9	
167.2	
157.5	
147.8	
138.0	
128.3	
118.6	
108.9	
99.2	
89.5	
79.8	
70.1	
60.4	

MSÚ – OCHLAZENÍ – mxD+ (HORNÍ VLÁKNA)



mxD+ [kNm/m]	
38.5	
25.7	
12.8	
0.0	
-13.6	
-27.2	
-40.7	
-54.3	
-67.9	
-81.5	
-95.0	
-108.6	
-122.2	
-135.8	



MSÚ - vnitřní sdíl na křech 1, 2  
od zatížení teplo tou

Rěz 1

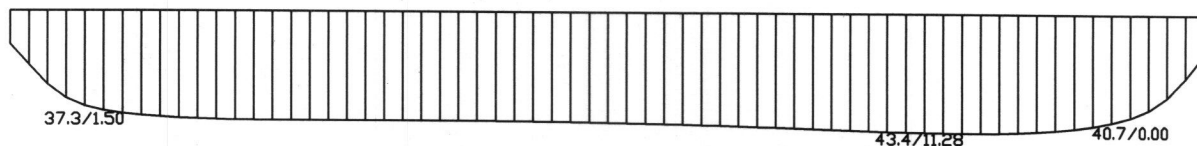
<u>stav</u>	<u><math>F_x</math> [kN]</u>	<u><math>M_y</math> [kNm]</u>
ZS 29 (okřevu)	-1	46
ZS 30 (ochlavení)	24	<del>63</del>

Rěz 2

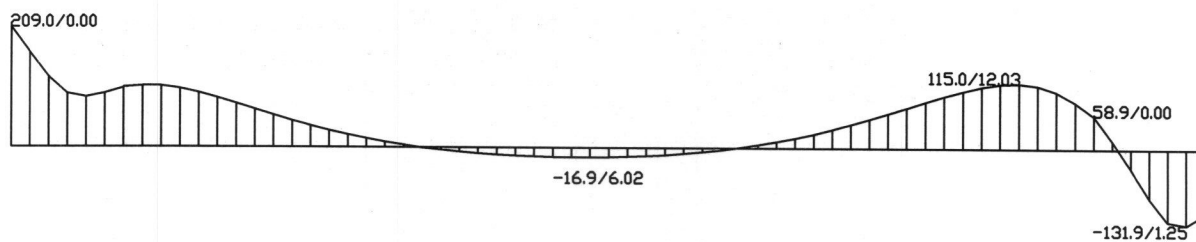
<u>stav</u>	<u><math>F_x</math> [kN]</u>	<u><math>M_y</math> [kNm]</u>
ZS 29	-547	39
ZS 30	-747	86



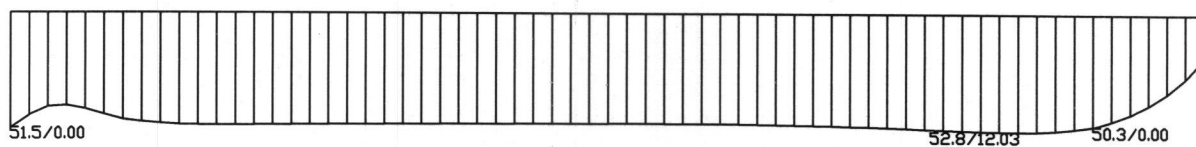
## NOSNÍK N1-My-OTEPLNÍ



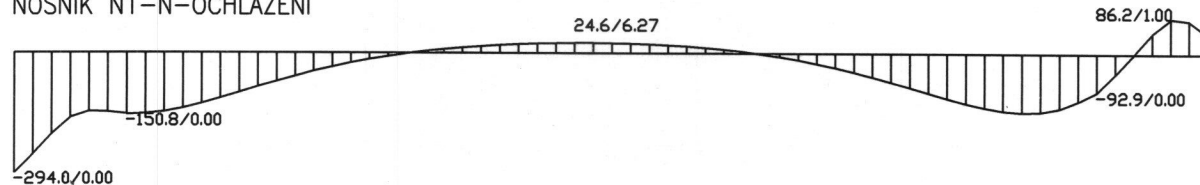
## NOSNÍK N1-N-OTEPLNÍ



## NOSNÍK N1-My-OCHLAZENÍ



## NOSNÍK N1-N-OCHLAZENÍ







PONTIKA

PONTIKA s.r.o.  
IČO 26342669  
Spartovní 4  
360 09 Karlovy Vary  
tel. 353 228 240  
pontika@pontika.cz

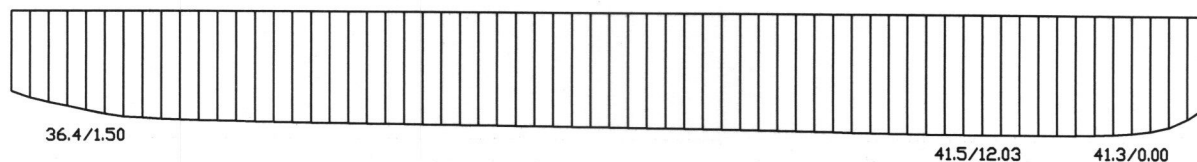
C5/7

2016-66

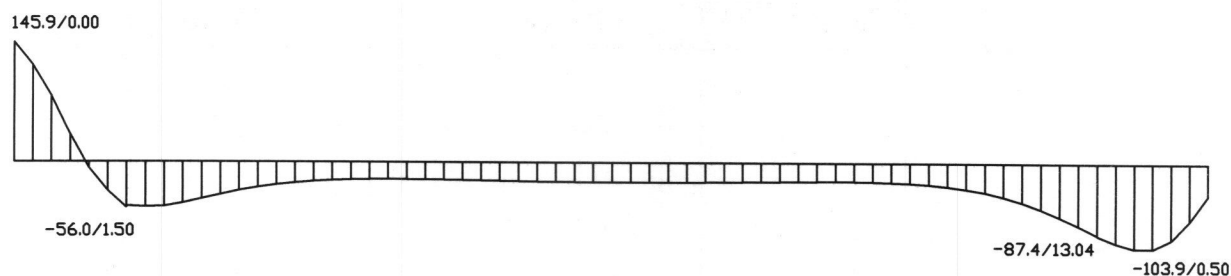
Statický výpočet

4/2017

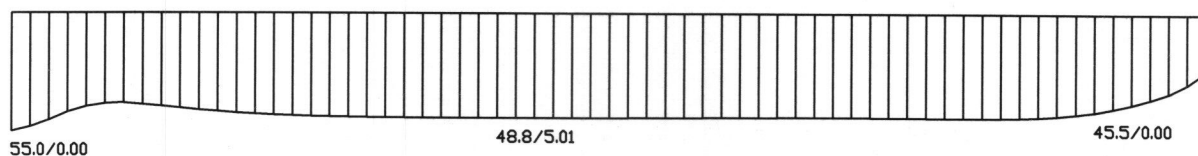
NOSNÍK N2-My-OTEPLNÍ



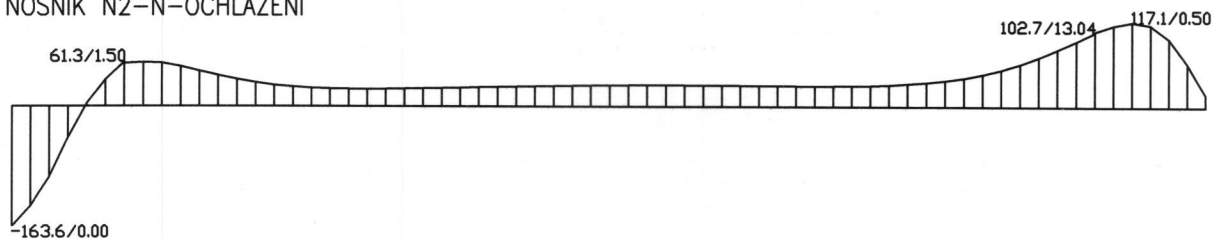
NOSNÍK N2-N-OTEPLNÍ



NOSNÍK N2-My-OCHLAZENÍ



NOSNÍK N2-N-OCHLAZENÍ





Přepčet k ležetli bet. prnicem

Řez 1

Oteplení

$$M_y = 46 + 41 - 56 \cdot 0,096 = \underline{82 \text{ kNm}}$$

$$N = -1 - 56 = \underline{-57 \text{ kN}}$$

Ochlazení

$$M_y = 63 + 49 + 40 \cdot 0,096 = \underline{116 \text{ kNm}}$$

$$N = 24 + 40 = \underline{64 \text{ kN}}$$

Řez 2

Oteplení

$$M_y = 39 + 37 = \underline{76 \text{ kNm}}$$

$$N = 547 + 200 = \underline{747 \text{ kN}}$$

Ochlazení

$$M_y = 86 + 52 = \underline{138 \text{ kNm}}$$

$$N = -744 - 260 = \underline{-1004 \text{ kN}}$$

Kombinacní hodnota:

$$Q_d = \gamma_0 \cdot \gamma_{1f} \cdot Q_k = 0,6 \cdot 1,5 \cdot Q_k = \underline{0,9 Q_k}$$



Přehled vnitřních sil pro posouzení MSH [kN, kNm]

	a		b		c		d	
	Mout d 2		Dílnkové st. + sestavy q <sub>11</sub> , q <sub>12</sub>		Oteploví		Ochlazení	
Rez	M <sub>y</sub>	N	M <sub>y</sub>	N	M <sub>y</sub>	N	M <sub>y</sub>	N
1	84	—	605	-80	74	-51	104	58
2	—	—	-1162	-357	68	672	124	-704

Posouzení kombinace:

1. a+b  $M_y = 689$   $N = -80$
2. a+b+c  $M_y = 763$   $N = -131$
3. a+b+d  $M_y = 793$   $N = -22$

Rez 1

Rez 2



## Mezní únosnost průřezu - kladný ohybový moment

komb. a+b

Číslo průřezu:

1

Beton C40/50

Ocel S355

N= 80 kN (+N je tlak)

 $h_N = 315$  mm

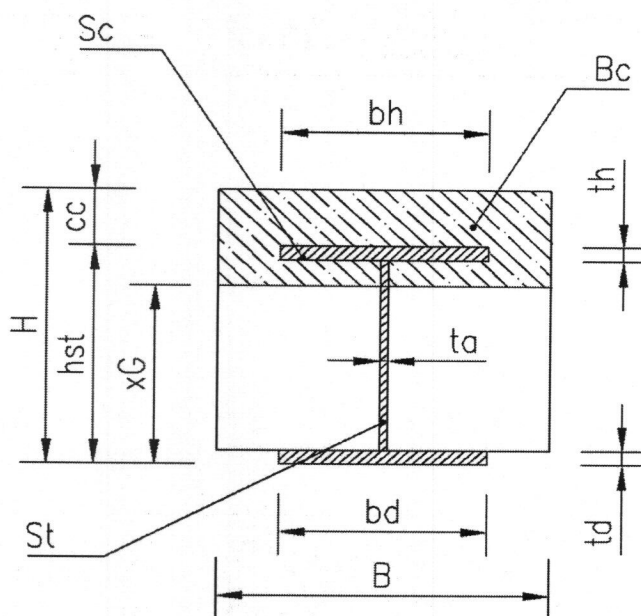
H= 630 mm

 $h_{st} = 478$  mm $b_d = 307$  mm $b_h = 307$  mm

B= 640 mm

 $t_d = 40$  mm $t_h = 40$  mm $t_a = 21$  mm

cc= 152 mm

 $f_{yd} = 345$  MPa $f_{cd} = 26,7$  MPa $\lambda = 0,85$  $x_G = 427$  mm $F_{st} = 7040$  kN $F_{sc} = 4316$  kN $F_{bc} = 2661$  kN

Fst-Fbc-Fsc-N= -17,15

Neutrálná osa prochází stěnou profilu: ANO

Ramena jednotlivých sil:

 $x_{Fst} = 322$  mm $x_{FSc} = 31$  mm $x_{FBc} = 109$  mm $M_{Rd} = 2680$  kNm > 689 kNm



## Mezní únosnost průřezu - kladný ohybový moment

komb. a+b+c

Číslo průřezu:

1

Beton C40/50

Ocel S355

N= 131 kN (+N je tlak)

 $h_N = 315$  mm

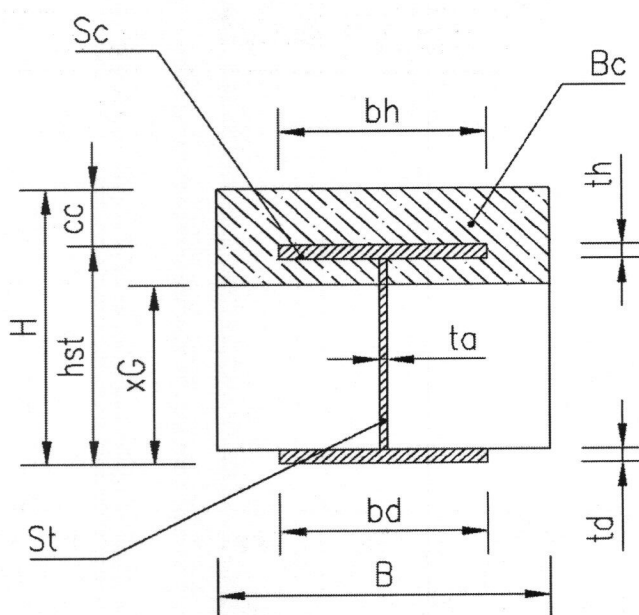
H= 630 mm

 $h_{st} = 478$  mm $b_d = 307$  mm $b_h = 307$  mm

B= 640 mm

 $t_d = 40$  mm $t_h = 40$  mm $t_a = 21$  mm

cc= 152 mm

 $f_{yd} = 345$  MPa $f_{cd} = 26,7$  MPa $\lambda = 0,85$  $x_G = 429$  mm $F_{st} = 7055$  kN $F_{sc} = 4302$  kN $F_{bc} = 2633$  kN

$$F_{st} - F_{bc} - F_{sc} - N = -11,11$$

Neutrálná osa prochází stěnou profilu: ANO

Ramena jednotlivých sil:

 $x_{Fst} = 323$  mm $x_{Fsc} = 29$  mm $x_{Fbc} = 108$  mm $M_{Rd} = 2674$  kNm  $> 763$  kNm



## Mezní únosnost průřezu - kladný ohybový moment

komb. a+b+d

Číslo průřezu:

1

Beton C40/50

Ocel S355

N= 22 kN (+N je tlak)

 $h_N = 315$  mm

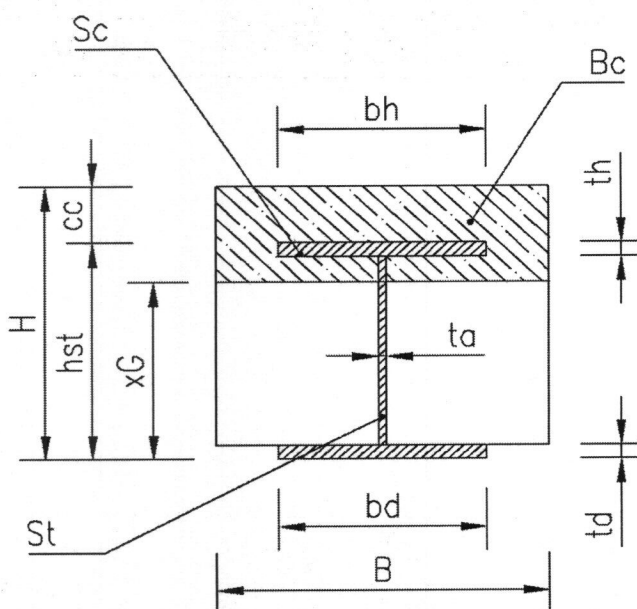
H= 630 mm

 $h_{st} = 478$  mm $b_d = 307$  mm $b_h = 307$  mm

B= 640 mm

 $t_d = 40$  mm $t_h = 40$  mm $t_a = 21$  mm

cc= 152 mm

 $f_{yd} = 345$  MPa $f_{cd} = 26,7$  MPa $\lambda = 0,85$  $x_G = 426$  mm $F_{st} = 7033$  kN $F_{sc} = 4324$  kN $F_{bc} = 2675$  kN

$$F_{st} - F_{bc} - F_{sc} - N = 12,33$$

Neutrálná osa prochází stěnou profilu: ANO

Ramena jednotlivých sil:

 $x_{Fst} = 321$  mm $x_{Fsc} = 31$  mm $x_{Fbc} = 109$  mm $M_{Rd} = 2686$  kNm

&gt; 793 kNm



## Mezní únosnost průřezu - záporný ohybový moment

Číslo průřezu:

2

Beton C40/50  
Ocel S355  
Výztuž B500B

komb. a+b

$N = 357 \text{ kN}$   
 $h_N = 300 \text{ mm}$   
 $H = 630 \text{ mm}$   
 $h_{st} = 478 \text{ mm}$   
 $b_d = 307 \text{ mm}$   
 $b_h = 307 \text{ mm}$   
 $B = 960 \text{ mm}$   
 $t_d = 40 \text{ mm}$   
 $t_h = 40 \text{ mm}$   
 $t_a = 21 \text{ mm}$   
 $t_b = 28 \text{ mm}$   
 $c_{st} = 60 \text{ mm}$   
 $A_{st} = 2450 \text{ mm}^2$   
 $cc = 152 \text{ mm}$   
 $f_{yd} = 345 \text{ MPa}$   
 $f_{yd,r} = 435 \text{ MPa}$   
 $f_{cd} = 26,7 \text{ MPa}$   
 $\lambda = 0,85$   
 $x_G = 157 \text{ mm}$

$F_{st} = 6272 \text{ kN}$   
 $F_{sc} = 5084 \text{ kN}$   
 $F_{bc} = 1894 \text{ kN}$   
 $F_{Ast} = 1065 \text{ kN}$

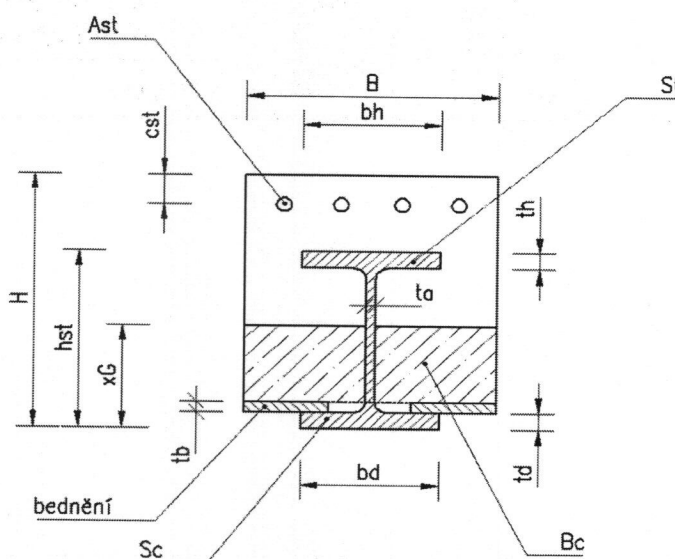
 $F_{st} + F_{sc} - F_{bc} - F_{sc} - N = 2,12$ 

Ramena jednotlivých sil:

$x_{FSAt} = 413 \text{ mm}$   
 $x_{FSt} = 249 \text{ mm}$   
 $x_{FSc} = 124 \text{ mm}$   
 $x_{FBc} = 45 \text{ mm}$

 $M_{Rd} = 2664 \text{ kNm}$ 

(+ tlak)



&lt; 1162 kNm





## Mezní únosnost průřezu - záporný ohybový moment

Číslo průřezu:

2

Beton C40/50  
Ocel S355  
Výztuž B500B

komb. a+b+c

$N = -315$  kN (+ tlak)  
 $h_N = 300$  mm  
 $H = 630$  mm  
 $h_{st} = 478$  mm  
 $b_d = 307$  mm  
 $b_h = 307$  mm  
 $B = 960$  mm  
 $t_d = 40$  mm  
 $t_h = 40$  mm  
 $t_a = 21$  mm  
 $t_b = 28$  mm  
 $c_{st} = 60$  mm  
 $A_{st} = 2450$  mm<sup>2</sup>  
 $cc = 152$  mm  
 $f_{yd} = 345$  MPa  
 $f_{yd,r} = 435$  MPa  
 $f_{cd} = 26,7$  MPa  
 $\lambda = 0,85$   
 $x_G = 176$  mm

$F_{st} = 6135$  kN  
 $F_{sc} = 5222$  kN  
 $F_{bc} = 2299$  kN  
 $F_{Ast} = 1065$  kN

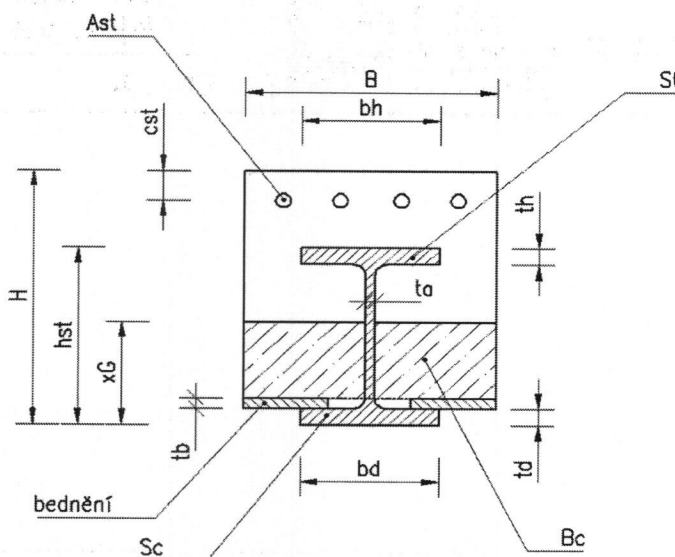
 $F_{st} + F_{sc} - F_{bc} - F_{sc} - N = -5,58$ 

Ramena jednotlivých sil:

$x_{FSAt} = 394$  mm  
 $x_{FSt} = 235$  mm  
 $x_{FSc} = 139$  mm  
 $x_{FBc} = 54$  mm

 $M_{Rd} = 2754$  kNm

&lt; 1094 kNm





## Mezní únosnost průřezu - záporný ohybový moment

Číslo průřezu:

2

Beton C40/50  
Ocel S355  
Výztuž B500B

komb. a+b+d

N= 1261 kN (+ tlak)  
 $h_N$ = 300 mm  
 $H$ = 630 mm  
 $h_{st}$ = 478 mm  
 $b_d$ = 307 mm  
 $b_h$ = 307 mm  
 $B$ = 960 mm  
 $t_d$ = 40 mm  
 $t_h$ = 40 mm  
 $t_a$ = 21 mm  
 $t_b$ = 28 mm  
 $c_{st}$ = 60 mm  
 $A_{st}$ = 2450 mm<sup>2</sup>  
 $cc$ = 152 mm  
 $f_{yd}$ = 345 MPa  
 $f_{yd,r}$ = 435 MPa  
 $f_{cd}$ = 26,7 MPa  
 $\lambda$ = 0,85  
 $x_G$ = 132 mm

$F_{st}$ = 6454 kN  
 $F_{sc}$ = 4903 kN  
 $F_{bc}$ = 1362 kN  
 $F_{Ast}$ = 1065 kN

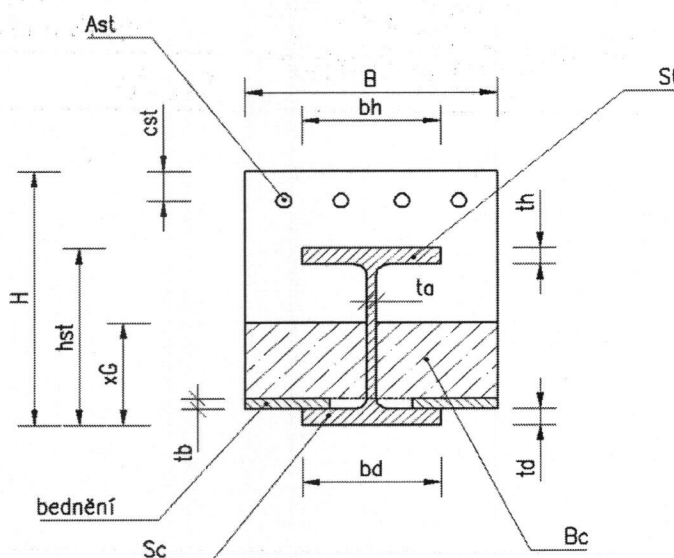
 $F_{st} + F_{sc} - F_{bc} - N = -7,53$ 

Ramena jednotlivých sil:

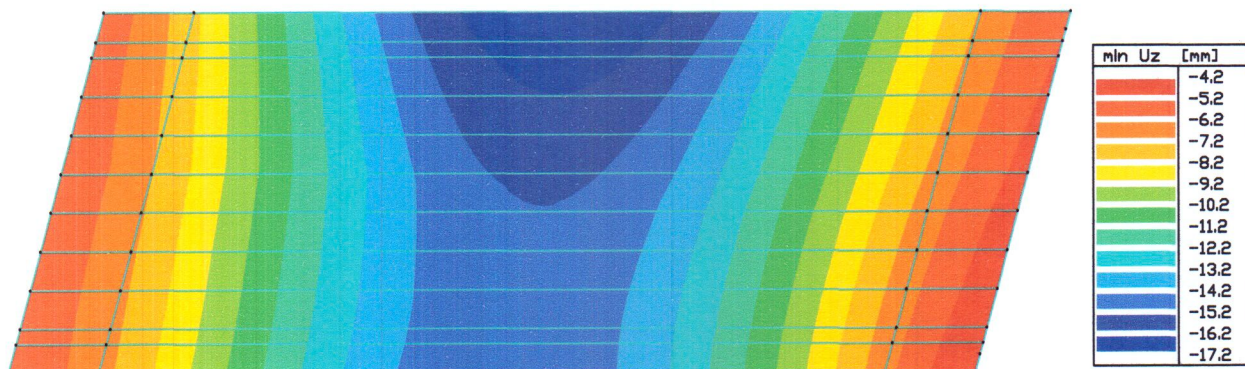
$x_{FSAt}$ = 438 mm  
 $x_{FSt}$ = 267 mm  
 $x_{FSc}$ = 103 mm  
 $x_{FBc}$ = 32 mm

 $M_{Rd}$ = 2524 kNm

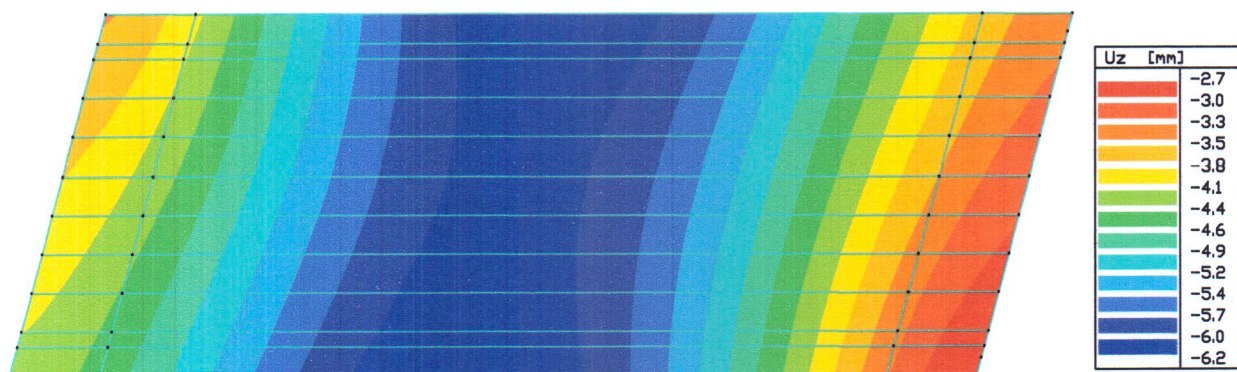
&lt; 1038 kNm



MSP – DEFORMACE–OBÁLKA CHARAKTERISTICKÝCH KOMBINACÍ



MSP – DEFORMACE–OSTATNÍ STÁLÉ



Pracovní součinitele

$$E_{st} = E_s = 210\,000 \text{ MPa}$$

$$\text{beton C40/50} \begin{cases} E_{c,s} = 35\,000 \text{ MPa} \\ E_{c,l} = 11\,666 \text{ MPa} \end{cases}$$

$$n = \frac{E_{st}}{E_c}$$

$$\text{krátkodobé zat.} \quad n = \frac{210\,000}{35\,000} = 6,0$$

$$\text{dlouhodobé zat.} \quad n = \frac{210\,000}{11\,666} = 18,0$$







Ideální průřez, beton v tahu nepůsobí, pouze kladný ohybový moment

Číslo průřezu:

$$z_{g_{e,el,2}} = h + \frac{n \cdot A_{st}}{b_c} \cdot \left[ 1 - \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b_c \cdot (h - z_{st})}{n \cdot A_{st}}} \right]$$

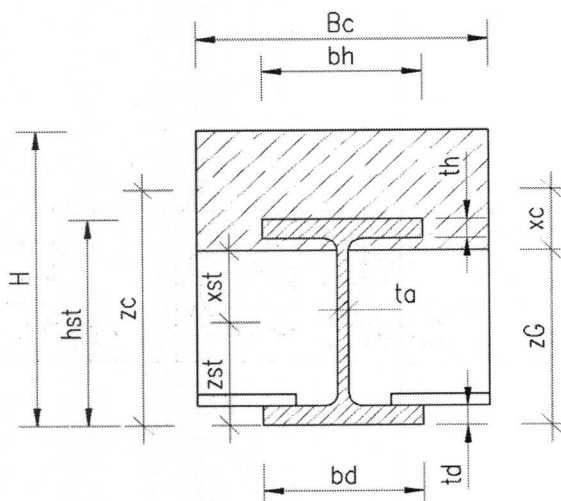
$$\begin{aligned} n &= 6 \\ A_{st} &= 33540 \text{ mm}^2 \\ I_{st} &= 1,32E+09 \text{ mm}^4 \\ b_c &= 640 \text{ mm} \\ h &= 630 \text{ mm} \\ z_{st} &= 239 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$z_{g_{e,el,2}} = 357,3 \text{ mm}$$

$$x_{st,el,2} = -118,3 \text{ mm}$$

$$x_{c,el,2} = 136,4 \text{ mm}$$

$$I_{2+} = 2,50543E+09 \text{ mm}^4$$



$$\text{Ponět } \frac{I}{I_{2+}} = \frac{3,347 \cdot 10^9}{2,505 \cdot 10^9} = 1,34$$

Posouzení průhybu

Průhyb od pohyblivého zatížení:

$$u_2 = 17,2 - 4,2 - (6,2 - 2,7) = 13 - 3,5 = 9,5 \text{ mm}$$

(viz str. 1, určeno z výpočtu NEXIS,  
působí celý průřez)

po redukci

$$u_{2,t} = u_2 \cdot \frac{I}{I_{2+}} = 9,5 \cdot 1,34 = 13,0 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} < \frac{L}{600} = \frac{16\,000}{600} = \\ &= 26,6 \text{ mm} \end{aligned}$$



## Statický výpočet

4/2017

Ideální průřez, beton v tahu nepůsobí, pouze kladný ohybový moment

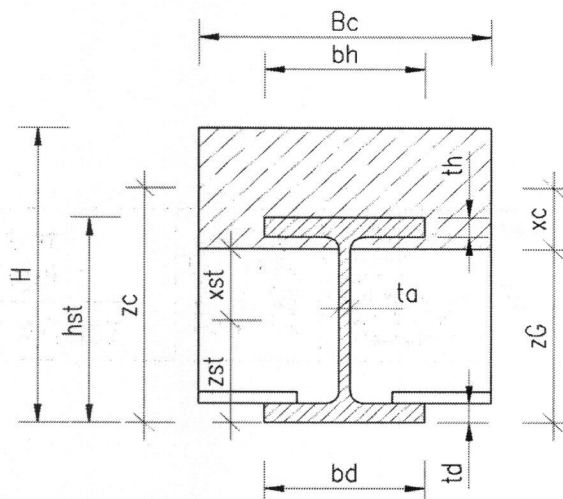
Číslo průřezu:

1

Krátkodobé zatížení

$$z_{ge,el,2} = h + \frac{n \cdot A_{st}}{bc} \cdot \left[ 1 - \sqrt{1 + \frac{2 \cdot bc \cdot (h - z_{st})}{n \cdot A_{st}}} \right]$$

n= 6

 $A_{st} = 33540 \text{ mm}^2$  $I_{st} = 1,32E+09 \text{ mm}^4$  $b_c = 640 \text{ mm}$  $h = 630 \text{ mm}$  $z_{st} = 239 \text{ mm}$  $z_{ge,el,2} = 357,3 \text{ mm}$  $x_{st,el,2} = -118,3 \text{ mm}$  $x_{c,el,2} = 136,4 \text{ mm}$  $I_{2+} = 2,50543E+09 \text{ mm}^4$ 





## Statický výpočet

4/2017

Ideální průřez, beton v tahu nepůsobí, pouze kladný ohybový moment

Číslo průřezu:

1

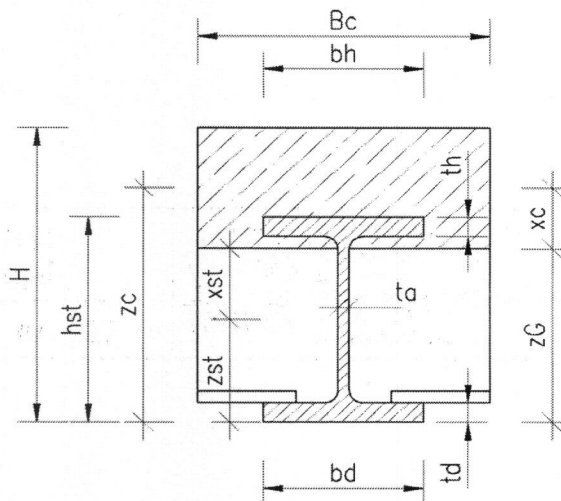
Dlouhodobé zatížení

$$z_{ge,el,2} = h + \frac{n \cdot A_{st}}{b_c} \cdot \left[ 1 - \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b_c \cdot (h - z_{st})}{n \cdot A_{st}}} \right]$$

n= 18

 $A_{st}$ = 33540 mm<sup>2</sup> $I_{st}$ = 1,32E+09 mm<sup>4</sup> $b_c$ = 640 mm

h= 630 mm

 $z_{st}$ = 239 mm $z_{ge,el,2}$ = 297,6 mm $x_{st,el,2}$ = -58,6 mm $x_{c,el,2}$ = 166,2 mm $I_{2+}$ = 1,86546E+09 mm<sup>4</sup>



**Statický výpočet**

**4/2017**

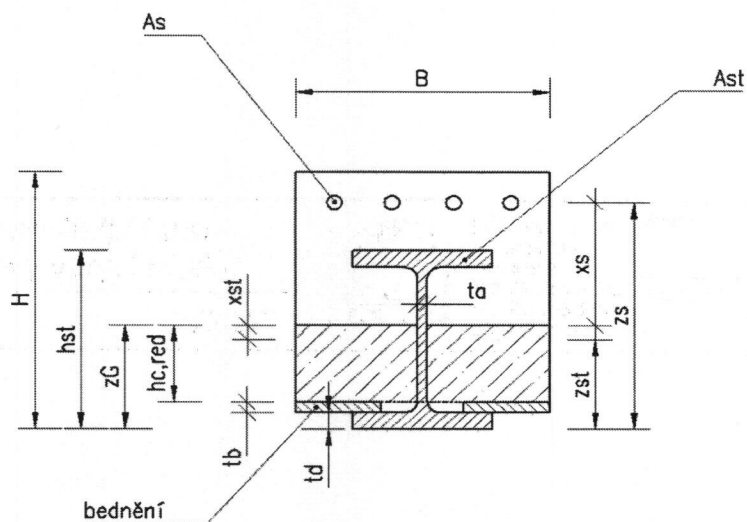
**Ideální průřez, beton v tahu nepůsobí, pouze záporný ohybový moment**

Číslo průřezu:

**2**

**Krátkodobé zatížení**

H=	630 mm
n=	6
A <sub>st</sub> =	33540 mm <sup>2</sup>
I <sub>st</sub> =	1,32000E+09 mm <sup>4</sup>
b <sub>c</sub> =	960 mm
td=	40 mm
tb=	28 mm
ta=	21 mm
h=	630 mm
A <sub>s</sub> =	2450 mm <sup>2</sup>
x <sub>st</sub> =	24 mm
x <sub>s</sub> =	355 mm
h <sub>c,red</sub> =	147 mm
z <sub>st</sub> =	239 mm
z <sub>s</sub> =	570 mm
z <sub>g</sub> =	215 mm



$$\frac{1}{n} \cdot \frac{(bc - ta) \cdot hc,red^2}{2} = Ast \cdot xst + As \cdot xs$$

$$I_{2,-} = 1,83861E+09 \text{ mm}^4$$

**Statický výpočet**

**4/2017**

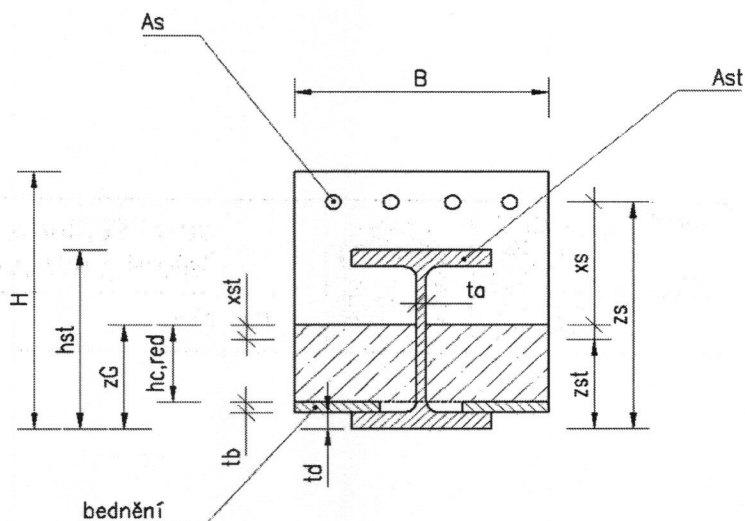
Ideální průřez, beton v tahu nepůsobí, pouze záporný ohybový moment

Číslo průřezu:

**2**

Dlouhodobé zatížení

H= 630 mm  
n= 18  
A<sub>st</sub>= 33540 mm<sup>2</sup>  
I<sub>st</sub>= 1,32000E+09 mm<sup>4</sup>  
b<sub>c</sub>= 960 mm  
t<sub>d</sub>= 40 mm  
t<sub>b</sub>= 28 mm  
t<sub>a</sub>= 21 mm  
h= 630 mm  
A<sub>s</sub>= 2450 mm<sup>2</sup>  
x<sub>st</sub>= -1 mm  
x<sub>s</sub>= 330 mm  
h<sub>c,red</sub>= 172 mm  
z<sub>st</sub>= 239 mm  
z<sub>s</sub>= 570 mm  
z<sub>g</sub>= 240 mm



$$\frac{1}{n} \cdot \frac{(bc - ta) \cdot hc,red^2}{2} = Ast \cdot xst + As \cdot xs$$

I<sub>2,-</sub>= 1,68657E+09 mm<sup>4</sup>



Připočet sil k těžišti betonového průřezu

Rěz 1 - ost. stěle

$$M_y = 63 + 41 + 35 \cdot 0,096 = 107 \text{ kNm}$$

$$N = -135 + 35 = -100 \text{ kN}$$

Rěz 1 - nahodile (g+12)

$$M_y = 254 + 163 + 242 \cdot 0,096 = 440 \text{ kNm}$$

$$N = -319 + 242 = -77 \text{ kN}$$

Rěz 2 - ost. stěle

$$M_y = -53 - 73 - 157 \cdot 0,096 = -140 \text{ kNm}$$

$$N = -157 - 157 = -308 \text{ kN}$$

Rěz - nahodile (g+11)

$$M_y = -545 - 258 - 487 \cdot 0,096 = -850 \text{ kNm}$$

$$N = 178 - 487 = -309 \text{ kN}$$



MSP - vnitřní síly na větech 1, 2

Řez 1 - ost. stěle (dlouhodobě)

$$F_x = -135 \text{ kN} \quad M_y = 63 \text{ kNm}$$

Řez 2 - dtt

$$F_x = -157 \text{ kN} \quad M_y = -53 \text{ kNm}$$

Řez 1 - nahodile (gt+12)

$$F_x = -319 \text{ kN} \quad M_y = 254 \text{ kNm}$$

Řez 2 - nahodile (gt+11)

$$F_x = 178 \text{ kN} \quad M_y = -545 \text{ kNm}$$

Průběžné síly na nosnicích:

Řez 1 - nahodile (gt+12)

$$F_x = 242 \text{ kN} \quad M_y = -163 \text{ kNm}$$

Řez 1 - ost. stěle

$$F_x = 35 \text{ kN} \quad M_y = 41 \text{ kNm}$$

Řez 2 - ost. stěle

$$F_x = -157 \text{ kN} \quad M_y = -73 \text{ kNm}$$

Řez 2 - nahodile (gt+11)

$$F_x = -487 \text{ kN} \quad M_y = +258 \text{ kNm}$$



Přehled vnitřní síle pro posouzení HSP [kN, kNm]

Rez	a		b		c		d	
	Dlouhodobé	N	Pohyblivé - sestava	N	Oteplové	N	Ochlazené	N
1	107	-100	440	-77	49	-34	70	38
2	-140	-308	-850	-309	46	448	83	-602

$$Rez 1: a + b + d$$

$$Rez 2: a + b + d$$



Pracovní součinitelé

$$E_{st} = E_s = 210\,000 \text{ MPa}$$

$$\text{beton C40/50} \begin{cases} E_{c,s} = 35\,000 \text{ MPa} \\ E_{c,l} = 11\,666 \text{ MPa} \end{cases}$$

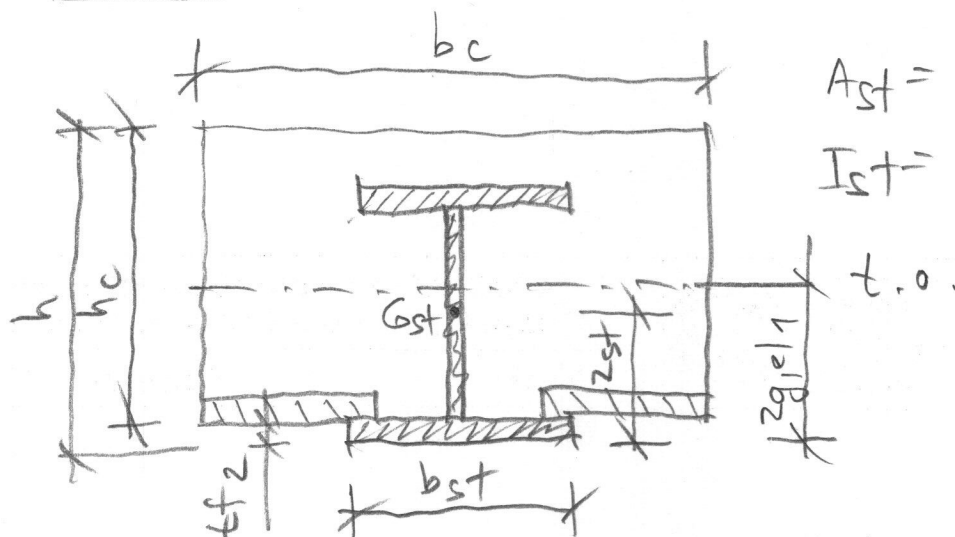
$$n = \frac{E_{st}}{E_c}$$

$$\text{krátkodobé zat.} \quad n = \frac{210\,000}{35\,000} = 6,0$$

$$\text{dlouhodobé zat.} \quad n = \frac{210\,000}{11\,666} = 18,0$$



Ideaľný príiez - beton púsobí o tahn,  
klady moment



$$A_{st} = 33540 \text{ mm}^2$$

$$I_{st} = 1.32 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$Z_{g, \text{el1}} = \frac{A_{st} Z_{st} + \frac{1}{n} b_c h_c (t f_2 + \frac{h_c}{2})}{A_{st} + \frac{1}{n} b_c h_c}$$

p10  $n = 6,0$  (kathodohe) :

$$Z_{\text{geir}} = \frac{33540 \cdot 239 + \frac{1}{6} 640 \cdot 590 (40 + 295)}{33540 + \frac{1}{6} \cdot 640 \cdot 590} =$$

307,6 mm

$$x_{st,el1} = z_{st} - z_{g,el1} = 239 - 301,6 = -62,6 \text{ mm}$$

$$x_{c,el1} = 0,5h_c + t_{f2} - z_{g,el1} =$$

$$\rightarrow 0,5 \cdot 590 + 40 - 201,6 = 33,4 \text{ mm}$$

$$I_1 = I_s + A_s + x_{s1}^2 e|1 + \frac{1}{n} \cdot \frac{b_c h_c^3}{12} + \frac{1}{n} b_c \cdot h_c \cdot x_{c1}^2 e|1 =$$

$$= 1,32 \cdot 10^9 + 33540 \cdot 62,6^2 + \frac{1}{6} \cdot \frac{640 \cdot 590^3}{12} + \frac{1}{6} \cdot 640 \cdot 590 \cdot 33,4^2 =$$

$$= 3,347 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$



Ideální průřez, beton v tahu nepůsobí, pouze kladný ohybový moment

Číslo průřezu:

$$z_{ge,el,2} = h + \frac{n \cdot A_{st}}{bc} \cdot \left[ 1 - \sqrt{1 + \frac{2 \cdot bc \cdot (h - z_{st})}{n \cdot A_{st}}} \right]$$

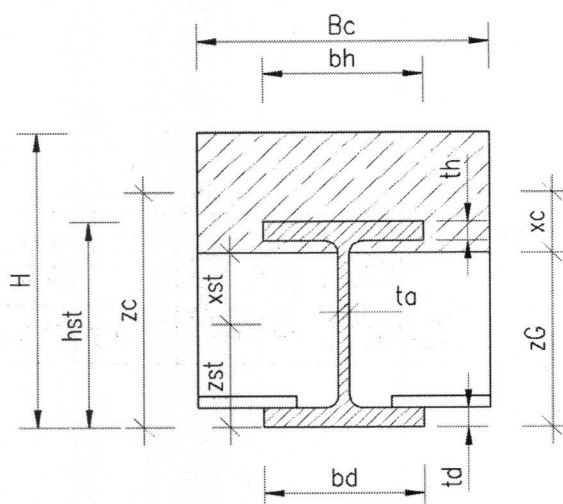
$n =$	6
$A_{st} =$	33540 mm <sup>2</sup>
$I_{st} =$	1,32E+09 mm <sup>4</sup>
$b_c =$	640 mm
$h =$	630 mm
$z_{st} =$	239 mm

$$z_{ge,el,2} = 357,3 \text{ mm}$$

$$x_{st,el,2} = -118,3 \text{ mm}$$

$$x_{c,el,2} = 136,4 \text{ mm}$$

$$I_{2+} = 2,50543E+09 \text{ mm}^4$$



$$\text{Ponět } \frac{I}{I_{2+}} = \frac{3,347 \cdot 10^9}{2,505 \cdot 10^9} = 1,34$$

Posouzení průhybu

Průhyb od pohyblivého zatížení:

$$u_2 = 17,2 - 4,2 - (6,2 - 2,7) = 13 - 3,5 = 9,5 \text{ mm}$$

(viz str. 1, určeno z výpočtu NEXIS,  
působí celý průřez)

po redukci

$$u_{2,t} = u_2 \cdot \frac{I}{I_{2+}} = 9,5 \cdot 1,34 = 13,0 \text{ mm}$$

$$< \frac{L}{600} = \frac{16000}{600} = 26,6 \text{ mm}$$



## Statically výpočet

4/2017

Ideální průřez, beton v tahu nepůsobí, pouze kladný ohybový moment

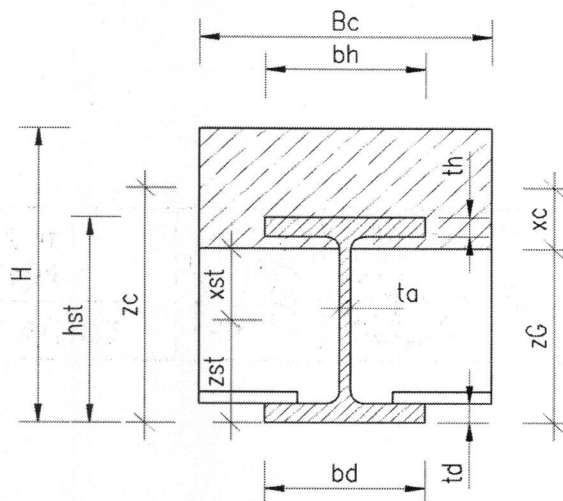
Číslo průřezu:

1

Krátkodobé zatížení

$$z_{g_{e,el,2}} = h + \frac{n \cdot A_{st}}{b_c} \cdot \left[ 1 - \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b_c \cdot (h - z_{st})}{n \cdot A_{st}}} \right]$$

n= 6

 $A_{st} = 33540 \text{ mm}^2$  $I_{st} = 1,32E+09 \text{ mm}^4$  $b_c = 640 \text{ mm}$  $h = 630 \text{ mm}$  $z_{st} = 239 \text{ mm}$  $z_{g_{e,el,2}} = 357,3 \text{ mm}$  $x_{st,el,2} = -118,3 \text{ mm}$  $x_{c,el,2} = 136,4 \text{ mm}$  $I_{2+} = 2,50543E+09 \text{ mm}^4$ 



## Statically výpočet

4/2017

Ideální průřez, beton v tahu nepůsobí, pouze kladný ohybový moment

Číslo průřezu:

1

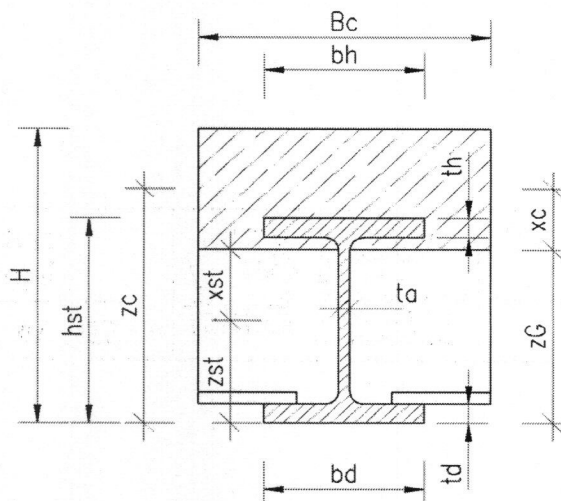
Dlouhodobé zatížení

$$z_{ge,el,2} = h + \frac{n \cdot A_{st}}{b \cdot c} \cdot \left[ 1 - \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot c \cdot (h - z_{st})}{n \cdot A_{st}}} \right]$$

n= 18

 $A_{st}$ = 33540 mm<sup>2</sup> $I_{st}$ = 1,32E+09 mm<sup>4</sup> $b_c$ = 640 mm

h= 630 mm

 $z_{st}$ = 239 mm $z_{ge,el,2}$ = 297,6 mm $x_{st,el,2}$ = -58,6 mm $x_{c,el,2}$ = 166,2 mm $I_{2+}$ = 1,86546E+09 mm<sup>4</sup>

$$I_{2,-} = 1,83861E+09 \text{ mm}^4$$



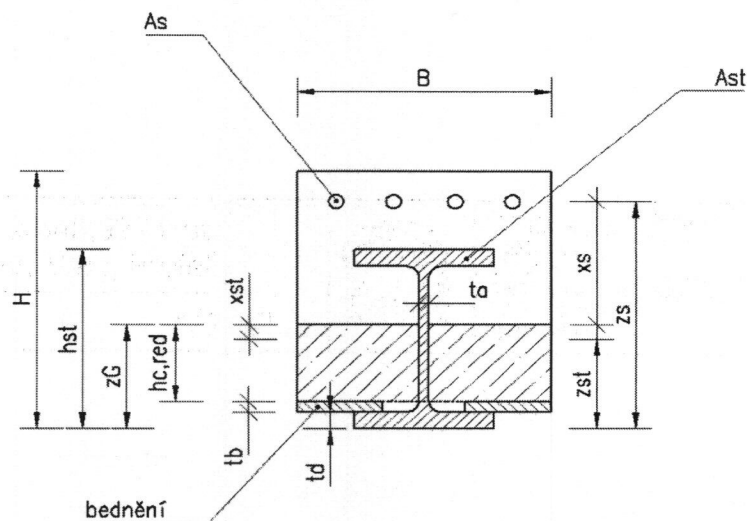
Ideální průřez, beton v tahu nepůsobí, pouze záporný ohybový moment

Číslo průřezu:

2

Dlouhodobé zatížení

H=	630 mm
n=	18
A <sub>st</sub> =	33540 mm <sup>2</sup>
I <sub>st</sub> =	1,32000E+09 mm <sup>4</sup>
b <sub>c</sub> =	960 mm
td=	40 mm
tb=	28 mm
ta=	21 mm
h=	630 mm
A <sub>s</sub> =	2450 mm <sup>2</sup>
x <sub>st</sub> =	-1 mm
x <sub>s</sub> =	330 mm
h <sub>c,red</sub> =	172 mm
z <sub>st</sub> =	239 mm
z <sub>s</sub> =	570 mm
z <sub>g</sub> =	240 mm



$$\frac{1}{n} \cdot \frac{(bc - ta) \cdot hc, red^2}{2} = Ast \cdot xst + As \cdot xs$$

$$I_{2,} = 1,68657E+09 \text{ mm}^4$$



Připoutání k těžišti betonového průřezu

Řez 1 - ost. stěle

$$M_y = 63 + 41 + 35 \cdot 0,096 = 107 \text{ kNm}$$

$$N = -135 + 35 = -100 \text{ kN}$$

Řez 1 - nahodilé (g+12)

$$M_y = 254 + 163 + 242 \cdot 0,096 = 440 \text{ kNm}$$

$$N = -319 + 242 = -77 \text{ kN}$$

Řez 2 - ost. stěle

$$M_y = -53 - 73 - 157 \cdot 0,096 = -140 \text{ kNm}$$

$$N = -157 - 157 = -308 \text{ kN}$$

Řez - nahodilé (g+11)

$$M_y = -545 - 258 - 487 \cdot 0,096 = -850 \text{ kNm}$$

$$N = 178 - 487 = -309 \text{ kN}$$



MSP - vnitřní síly na větech 1, 2

Řez 1 - ost. stěle' (dlouhodobě)

$$F_x = -135 \text{ kN}$$

$$M_y = 63 \text{ kNm}$$

Řez 2 - dttto

$$F_x = -157 \text{ kN}$$

$$M_y = -53 \text{ kNm}$$

Řez 1 - nahodile' (gt+12)

$$F_x = -319 \text{ kN}$$

$$M_y = 254 \text{ kNm}$$

Řez 2 - nahodile' (gt+11)

$$F_x = 178 \text{ kN}$$

$$M_y = -545 \text{ kNm}$$

Přeshrnutí síly na nosnicích:

Řez 1 - nahodile' (gt+12)

$$F_x = 242 \text{ kN}$$

$$M_y = -163 \text{ kNm}$$

Řez 1 - ost. stěle'

$$F_x = 35 \text{ kN}$$

$$M_y = -41 \text{ kNm}$$

Řez 2 - ost. stěle'

$$F_x = -157 \text{ kN}$$

$$M_y = -73 \text{ kNm}$$

Řez 2 - nahodile' (gt+11)

$$F_x = -487 \text{ kN}$$

$$M_y = +258 \text{ kNm}$$



Přehled vnitřní síle pro posouzení HSP [kN, kNm]

Rez	a		b		c		d	
	Dlouhodobé	N	Pohybivé - sestava	N	Oteplové	N	Ochlazení	N
1	107	-100	440	-77	49	-34	70	38
2	-140	-308	-850	-309	46	448	83	-602

$$Rez 1: a + b + d$$

$$Rez 2: a + b + d$$



# MSP omezení napětí

Průřez 1 ,  $h = 630 \text{ mm}$

$$h = 6 \rightarrow I_2 = 2,505 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$A_2 = A_{st} + \frac{A_c}{n} =$$

$$= 33540 + \frac{640 \cdot 590}{6} = 96473 \text{ mm}^2$$

$$h = 18 \rightarrow I_2 = 1,865 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$A_2 = 33540 + \frac{640 \cdot 590}{18} = 54518 \text{ mm}^2$$

Napětí v ocel. nosníku v mont. stavu:

$$\sigma_{st, N} = 15,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{st} = 15,2 - \frac{100000}{54518} + \frac{107 \cdot 10^6}{1,865 \cdot 10^9} \cdot 297,6 - \frac{77000}{96473} +$$

$$+ \frac{440 \cdot 10^6}{2,505 \cdot 10^9} \cdot 357 + \frac{38000}{96473} + \frac{70 \cdot 10^6}{2,505 \cdot 10^9} \cdot 357 =$$

$$= 15,2 - 1,83 + 17,7 - 0,8 + 62,7 + 0,4 + 10 =$$

$$= 103 \text{ MPa} < 345 \text{ MPa} = f_{yk}$$



Napětí o betonu: (+ je tlak)

$$\sigma_{c,k} = \frac{100000}{54518} \cdot \frac{1}{18} + \frac{107 \cdot 10^6}{1,865 \cdot 10^9} \cdot \frac{1}{18} \cdot 332 + \frac{77000}{96473} \cdot \frac{1}{6} +$$

$$+ \frac{440 \cdot 10^6}{2,505 \cdot 10^9} \cdot \frac{1}{6} \cdot 332 - \frac{38000}{96473} \cdot \frac{1}{6} + \frac{70 \cdot 10^6}{2,505 \cdot 10^9} \cdot \frac{1}{6} \cdot 332$$

$$= 0,7 + 1,06 + 0,13 + 9,7 - 0,07 + 1,55 =$$

$$= 12,5 \text{ MPa} < 0,6 \cdot f_{ck} = 24 \text{ MPa}$$





Průřez 2,  $h = 630 \text{ mm}$ ,  $b = 960 \text{ mm}$

$$h = 6 \rightarrow I_2 = 1,8386 \cdot 10^9 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = A_{st} + \frac{A_c}{n} = 33570 + \frac{960 \cdot 590}{6} = 127940 \text{ mm}^2$$

$$h = 18 \rightarrow I_2 = 1,6865 \cdot 10^9 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 33570 + \frac{960 \cdot 590}{18} = 65007 \text{ mm}^2$$

Najetí - ocel nosníku v mont. stavu:

$$\sigma_{st, N} = 0,0$$

$$\sigma_{st} = \frac{140 \cdot 10^6}{1,6865 \cdot 10^9} \cdot 390 - \frac{308000}{65007} + \frac{850 \cdot 10^6}{1,8386 \cdot 10^9} \cdot 415 -$$

$$- \frac{309000}{127940} + \frac{83 \cdot 10^6}{1,8386 \cdot 10^9} \cdot 415 - \frac{602000}{127940} =$$

$$= 32,4 - 4,7 + 191,8 - 2,4 + 18,7 - 4,7 =$$

$$= \underline{\underline{231,1 \text{ MPa} < 345 \text{ MPa} = f_{y,k}}}$$



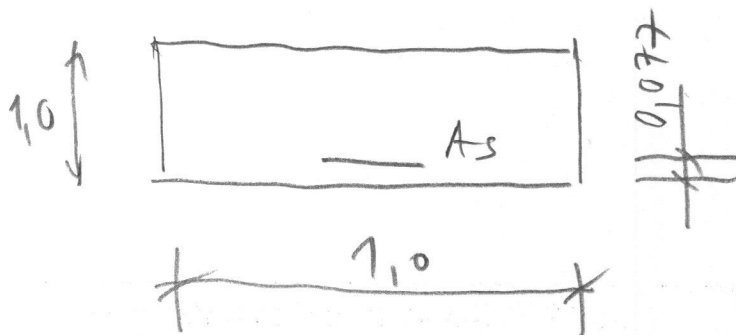
Napětí v betonu : (+ je tah)

$$\begin{aligned} \sigma_K &= \frac{140 \cdot 10^6}{1,6865 \cdot 10^9} \cdot \frac{1}{18} \cdot 240 + \frac{308000}{65007} \cdot \frac{1}{18} + \\ &+ \frac{850 \cdot 10^6}{1,8386 \cdot 10^9} \cdot \frac{1}{6} \cdot 215 + \frac{309000}{127940} \cdot \frac{1}{6} + \\ &+ \frac{83 \cdot 10^6}{1,8386 \cdot 10^9} \cdot \frac{1}{6} \cdot 215 + \frac{602000}{127940} \cdot \frac{1}{6} = \end{aligned}$$

$$= 1,7 + 0,3 + 16,6 + 0,4 + 1,6 + 2,4 =$$

$$= 22,4 \text{ MPa} < 0,6 f_{ct} = 24,0 \text{ MPa}$$

Stěna - posouzení průřezu



$$A_s = \phi 28/100 \rightarrow A_s = 6157 \text{ mm}^2$$

Materiály : beton C40/50

$$\eta = 1 \quad \lambda = 0,8 \quad \epsilon_{cu3} = 3,5\text{‰}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ch}}{\mu_c} = \frac{40}{1,5} = 26,66 \text{ MPa}$$

výztuha : B 500 B

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\mu_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_s = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{435}{200\,000} = 2,175\text{‰}$$

$$\chi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yg}} = \frac{3,5}{3,5 + 2,175} = 0,617$$

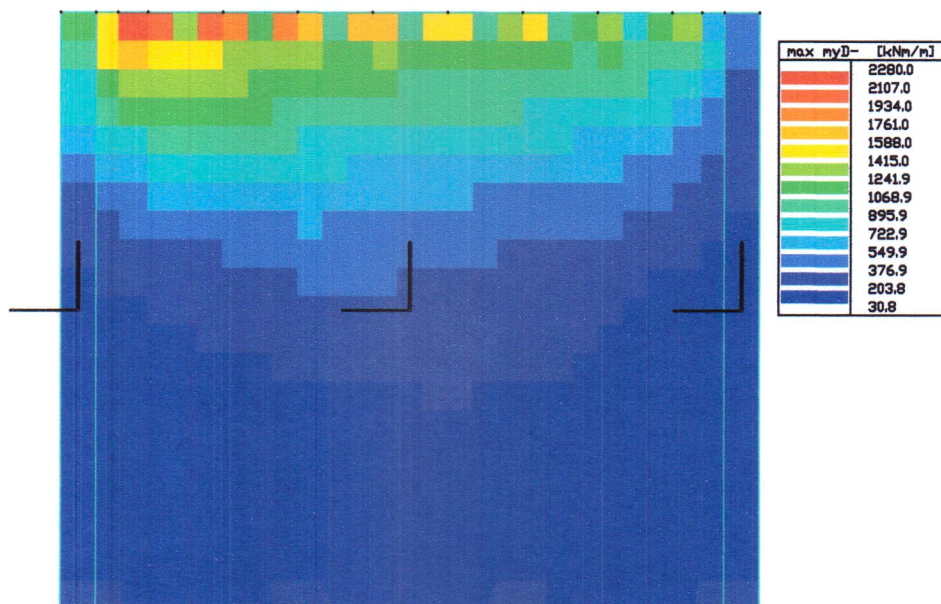
$$\chi = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{6157 \cdot 435}{1000 \cdot 0,8 \cdot 26,66} = 126 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{\chi}{d} = \frac{126}{923} = 0,14 < 0,617$$

$$M_{rd} = A_{s1} \cdot f_{yd} (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot \chi) =$$

$$= 6157 \cdot 435 (923 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 126) =$$

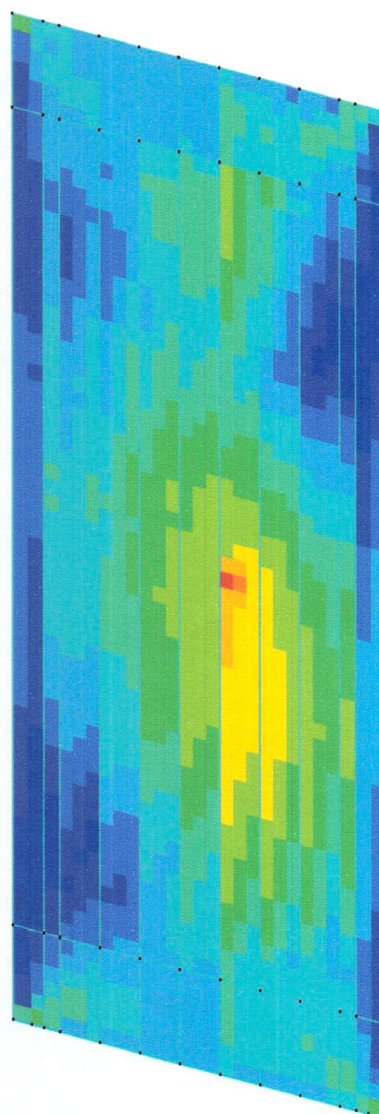
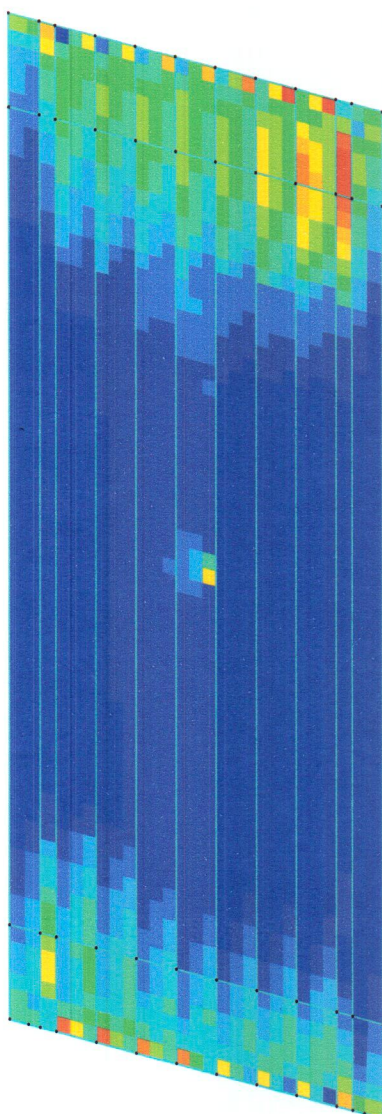
$$= 2337 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = \underline{\underline{2337 \text{ kNm}}}$$



Výslednice na vodorovném řezu  
délky 1,0 m:

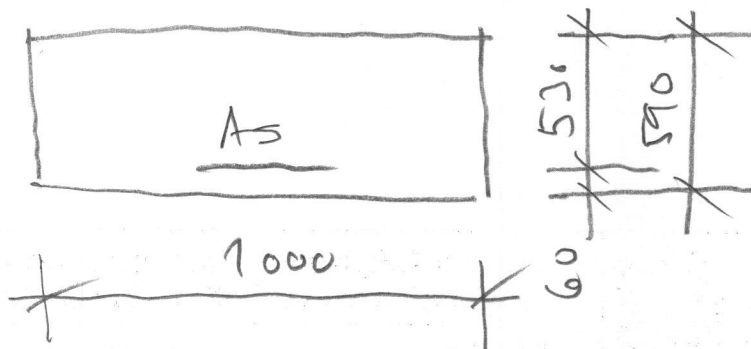
$$m_{yd} = 1940 \text{ kNm} < 2337 \text{ kNm} = M_{RD}$$



DIMENZAČNÍ MOMENTY DESKY, PŘÍŇÝ SMĚR, DOLNÍ PLOCH  
NATOČENO DO ŠÍŘI NKDIMENZAČNÍ MOMENTY DESKY, PŘÍŇÝ SMĚR, HORNÍ PLOCH  
NATOČENO DO ŠÍŘI NK



Deska - příčný směr - spodní povrch



$$f_{cd} = 26,6 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$$

Návrh:  $\phi 20/150$  ( $6,6 \phi/m'$ )

$$A_s = 2072 \text{ mm}^2$$

nutr. osa:

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{2072 \cdot 435}{1000 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 26,6} = 42 \text{ mm}$$

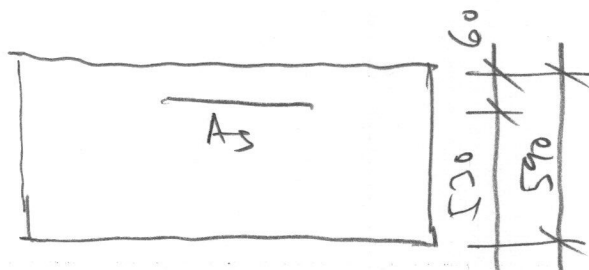
$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{42}{530} = 0,08 < 0,017$$

$$\begin{aligned} M_{rd} &= A_{s1} \cdot f_{yd} (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) = \\ &= 2072 \cdot 435 (530 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 42) = \\ &= 4,62 \cdot 10^8 \text{ Nmm} = \underline{\underline{462 \text{ kNm}}} \end{aligned}$$



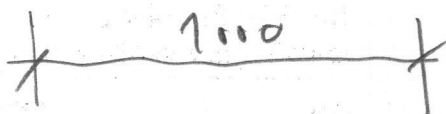


Deska - příčný sňět - horní pouťch



$$f_{cd} = 26,6 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$$



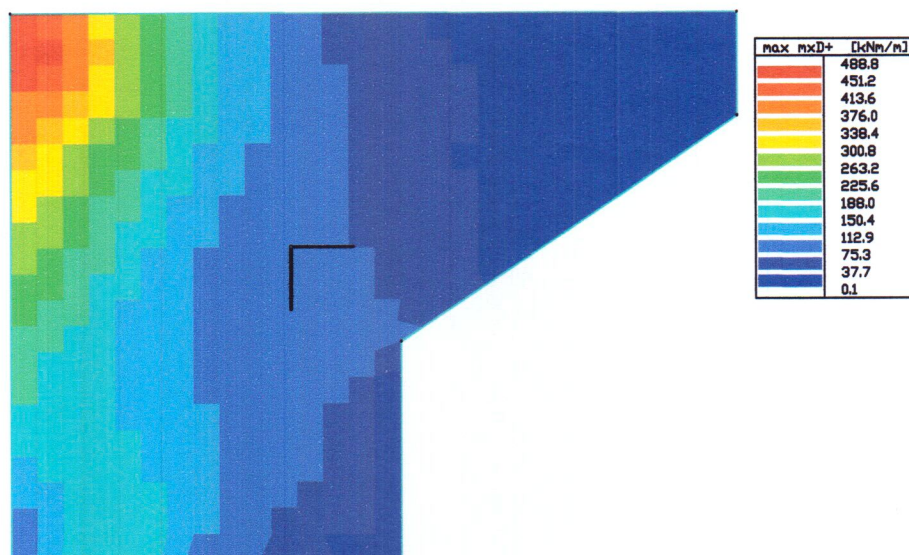
Návrh:  $\emptyset 16/150$ ,  $A_s = 1326 \text{ mm}^2$

poloha u.o. :

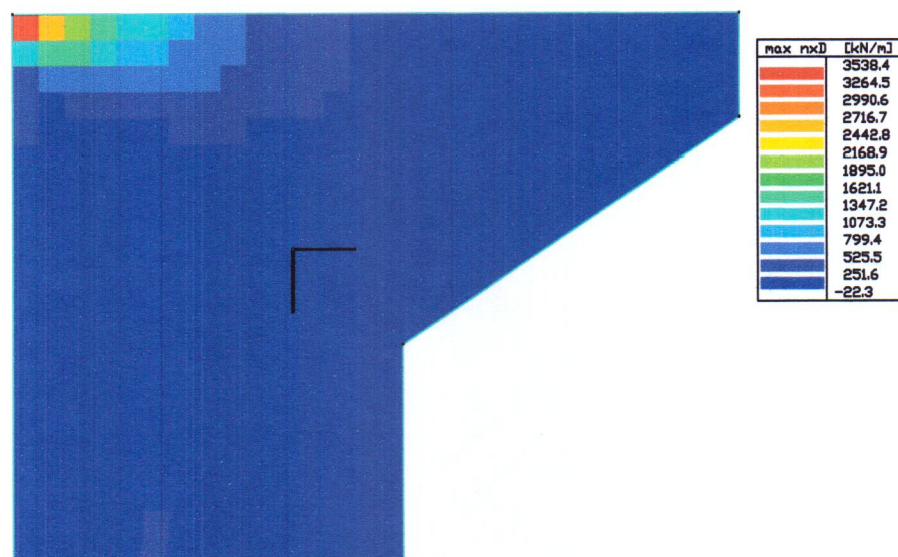
$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{1326 \cdot 435}{1000 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 26,6} = 27 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_{rd} &= A_s \cdot f_{yd} (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) = \\ &= 1326 \cdot 435 (530 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 27) = \\ &= 2,99 \cdot 10^8 \text{ Nmm} = \underline{\underline{299 \text{ kNm}}} \end{aligned}$$

KŘÍDLO, mxD+(rub, vodorovný směr)



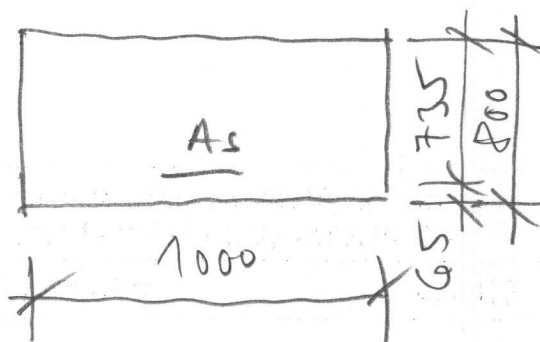
KŘÍDLO, nx (vodorovný směr)





Křídlo - posuvemí průřez

$$M_{sd} = 489 \text{ kNm}$$



Beton C40/50

$$f_{cd} = 26,6 \text{ MPa}$$

vyztuž B500B

$$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$$

Návrh:  $\varnothing 20/150 \rightarrow A_s = 2072 \text{ mm}^2$

$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{2072 \cdot 435}{1000 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 26,6} = 42 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_{Rd} &= A_s \cdot f_{yd} (d - 0,5 \lambda \cdot x) = \\ &= 2072 \cdot 435 (735 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 42) = \\ &= 6,47 \cdot 10^8 \text{ Nmm} = 647 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$> 489 \text{ kNm} = M_{sd}$$

Za účelem tahové síly o horní části křídla:  
na výšce 0,5 m:  $F_x = 0,5 \cdot 3538 = 1769 \text{ kN}$   
vyztuž:  $\varnothing 20 (A_s = 314 \text{ mm}^2)$

$$N_{Rd1} = A_s \cdot f_{yd} = 314 \cdot 435 = 136,6 \text{ kN}$$

počet prutů:  $n = \frac{1769}{136,6} = 13$

Pruty se rozdělí rovnoměrně po šířce křídla  
0,8 m na výšce 0,5 m.



## VNITŘNÍ SÍLY NA PILOTY – MSP

Vnitřní síly na prutu(ech). Globální extrém

Lineární statický – nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina prutů :25/204

Skupina kombinací na použitelnost :1/50

prut	pr.č.	kombi	dx	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
			[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
144	2	50	0.500	*-1135.38	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
175	2	45	0.000	-749.13	-62.28	-108.88	0.00	*238.75	24.16
35	2	44	0.000	-720.79	3.30	128.42	-0.00	*-257.40	-43.33
195	2	13	0.000	-330.08	-110.76	-26.65	0.00	145.40	*87.67
165	2	50	0.000	-408.44	95.11	37.53	0.00	-134.94	*-123.16

Posouzení současnosti:

$$F_{max} = 1135 \text{ kN} < 1484 \text{ kN} = F_{dov}^*$$

\* MSP – výpočet dle vy. Masopustka –  
– viz stt.

## VNITŘNÍ SÍLY NA PILOTY – MSÚ

Vnitřní síly na prutu(ech). Globální extrém

Lineární statický – nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina prutů :25/204

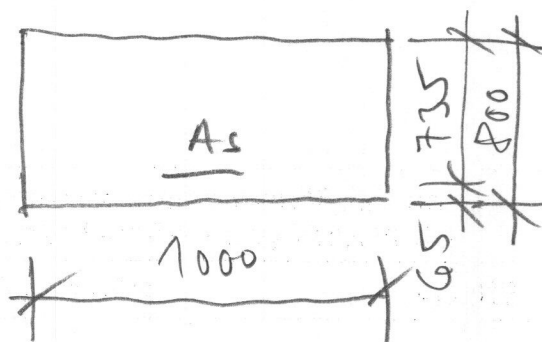
Skupina kombinací na únosnost :1/293

prut	pr.č.	kombi	dx	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
			[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
144	2	290	0.500	*-1513.15	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
175	2	258	0.000	-949.46	-79.09	-155.55	0.00	*345.40	25.36
35	2	247	0.000	-928.76	-4.57	178.86	0.00	*-373.81	-49.14
85	2	99	0.000	-334.93	-91.21	-21.09	-0.00	-5.38	*109.17
165	2	288	0.000	-465.38	113.47	49.81	0.00	-170.18	*-159.67



Křídlo - posuvemí průřez

$$M_{sd} = 489 \text{ kNm}$$



Beton C40/50

$$f_{cd} = 26,6 \text{ MPa}$$

vyztuž B500B

$$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$$

Návrh:  $\varnothing 20/150 \rightarrow A_c = 2072 \text{ mm}^2$

$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{2072 \cdot 435}{1000 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 26,6} = 42 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_{Rd} &= A_s \cdot f_{yd} (d - 0,5 \lambda \cdot x) = \\ &= 2072 \cdot 435 (735 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 42) = \\ &= 6,47 \cdot 10^8 \text{ Nmm} = 647 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$> 489 \text{ kNm} = M_{sd}$$

Za účelem tahové síly o horní části křídla:  
na výšce 0,5 m:  $F_x = 0,5 \cdot 3538 = 1769 \text{ kN}$   
vyztuž:  $\varnothing 20 (A_s = 314 \text{ mm}^2)$

$$N_{Rd1} = A_s \cdot f_{yd} = 314 \cdot 435 = 136,6 \text{ kN}$$

počet prutů:  $n = \frac{1769}{136,6} = 13$

Pruty se rozdělí rovnoměrně po šířce křídla  
0,8 m na výšce 0,5 m.





## VNITŘNÍ SÍLY NA PILOTY – MSP

Vnitřní síly na prutu(ech). Globální extrém

Lineární statický – nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina prutů :25/204

Skupina kombinací na použitelnost :1/50

prut	pr.č.	kombi	dx	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
			[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
144	2	50	0.500	*-1135.38	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
175	2	45	0.000	-749.13	-62.28	-108.88	0.00	*238.75	24.16
35	2	44	0.000	-720.79	3.30	128.42	-0.00	*-257.40	-43.33
195	2	13	0.000	-330.08	-110.76	-26.65	0.00	145.40	*87.67
165	2	50	0.000	-408.44	95.11	37.53	0.00	-134.94	*-123.16

Posouzení současnosti:

$$F_{max} = 1135 \text{ kN} < 1484 \text{ kN} = F_{dob}^*$$

\* MSP – výpočet dle vy. Masopustka –  
– viz stt.

## VNITŘNÍ SÍLY NA PILOTY – MSÚ

Vnitřní síly na prutu(ech). Globální extrém

Lineární statický – nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina prutů :25/204

Skupina kombinací na únosnost :1/293

prut	pr.č.	kombi	dx	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
			[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
144	2	290	0.500	*-1513.15	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
175	2	258	0.000	-949.46	-79.09	-155.55	0.00	*345.40	25.36
35	2	247	0.000	-928.76	-4.57	178.86	0.00	*-373.81	-49.14
85	2	99	0.000	-334.93	-91.21	-21.09	-0.00	-5.38	*109.17
165	2	288	0.000	-465.38	113.47	49.81	0.00	-170.18	*-159.67



POSOUZENÍ ZELEZ. BETONU - DVOJJOSE ZATÍŽENÍ OBECNEHO PRUREZU  
 NÁZEV PROFILU: PILOTY POD OPERAMI OCEĽ KRUHOVÁ  
 DOVOLENÉ NAPĚTÍ BETONU V TAHU .00000 MPa  
 TOLERANCE NAPĚTÍ BETONU .00010 MPa  
 PRACOVNÍ SOUCINITEL OCEĽI 15.00000

TVAR PROFILU - KRUH  $R = .450m$

VYZTUŽ KRUHOVÉHO PRUREZU: 12 prof. 25mm

PROFIL: PILOTY POD OPERAMI

STADIUM POSUDEK 2

$N = -394.00000 \text{ KN}$   
 $MX = 211.00000 \text{ KNM}$   
 $MZ = 61.00000 \text{ KNM}$

VÝSLEDKY PODLE VZORCE 2 (S VYLOUCENÍM TAHU V BETONU)

BODY NULOVÉ OSY (SOUDRADNICE V M)

$X = .39490 \quad Z = .21555$   
 $X = -.44870 \quad Z = -.02834$

MAX. NAPĚTÍ V BETONU

9  $X = -.10 \quad Z = .44 \quad \text{NAPĚTÍ} = -5.48409 \text{ MPa}$

MAX. NAPĚTÍ VE VYZTUŽI

23  $X = .07 \quad Z = -.29 \quad \text{NAPĚTÍ} = 91.13264 \text{ MPa}$

PRUREZOVÉ HODNOTY

SOUR. TEZISTE  $XT = -.49189230E-01$   
 SOUR. TEZISTE  $ZT = .16997430$   
 PLOCHA ID. PR.  $FI = .31947120$   
 MOM. SET. ID. PR.  $IX, T = .10018570E-01$   
 MOM. SET. ID. PR.  $IZ, T = .13820580E-01$   
 DEV. MOMENT  $DXZ, T = .12007800E-02$   
 PLOCHA BETONU  $FB = .63615720$   
 PLOCHA OCEĽI  $FA = .58904980E-02$

X, T a Z, T jsou osy // s X a Z, vedene tezistem ID. PR.





POSOUZENÍ ZELEZ. BETONU - DVOJOSE ZATÍŽENÍ OBECNEHO PRŮREZU  
 NÁZEV PROFILU: PILOTY POD OPERAMI OCEL KRUH  
 DOVOLENÉ NAPĚTÍ BETONU V TAHU .00000 MPA  
 TOLERANCE NAPĚTÍ BETONU .00010 MPA  
 PRACOVNÍ SOUCINITEL OCELI 15.00000

TVAR PROFILU - KRUH  $R = .450m$

VYZTUŽ KRUHOVÉHO PRŮREZU: 12 prof. 25mm

STADIUM POSUDEK 1

$N = -929.00000 \text{ KN}$

$M_X = 374.00000 \text{ KNM}$

$M_Z = 49.00000 \text{ KNM}$

VÝSLEDKY PODLE VZORCE 2 (S VYLOUČENÍM TAHU V BETONU)

BODY NULOVÉ OSY (SOUDADNICE V M)

$X = .43825 \quad Z = .10717$

$X = -.45084 \quad Z = -.00931$

MAX. NAPĚTÍ V BETONU

9  $X = -.10 \quad Z = .44$

NAPĚTÍ =  $-8.90415 \text{ MPA}$

MAX. NAPĚTÍ VE VYZTUŽI

23  $X = .07 \quad Z = -.29$

NAPĚTÍ =  $114.37850 \text{ MPA}$

PRŮREZOVÉ HODNOTY

SOUR. TEŽISTE  $X_T = -.21429090E-01$

SOUR. TEŽISTE  $Z_T = .16333650$

PLOCHA ID. PR.  $F_I = .36212990$

MM. SET. ID. PR.  $I_{X,T} = .10200300E-01$

MM. SET. ID. PR.  $I_{Z,T} = .16852430E-01$

DEV. MOMENT  $DX_Z, T = .88800230E-03$

PLOCHA BETONU  $F_B = .63615720$

PLOCHA OCELI  $F_A = .58904980E-02$

X, T a Z, T jsou osy // s X a Z, vedene tezístem ID. PR.

# Přehled zatížitelnosti pro část mostu

str.: 1

## A Identifikace mostu

TÚ (číslo, název): 0241 M. Lázně - K. Vary ..... DÚ: 18 km: 48927

## B Identifikace části mostu

část mostu: nosná konstrukce / opěra / pilíř, poř. číslo (ve směru staničení): NK, pod koleji č. 1

## C Doplnující data pro část mostu

Kategorie zatížitelnosti: C ..... Výpočetní model: MKP

Geometrie koleje, uvažovaná v přepočtu pro část mostu v jejím profilu (ve směru staničení)

	na začátku	uprostřed	na konci
poloměr oblouku	224 [m]	224 [m]	224 [m]
převýšení koleje	100 [mm]	100 [mm]	100 [mm]
excentricita vůči ose mostu	-0,021 [m]	0,172 [m]	0,038 [m]

Popis závad uvažovaných v přepočtu: .....

Datum zjištění zapracovaného stavu mostu - orgány ČD: ... / ... / ... - zpracovatelem přepočtu: ... / ... / ...

Poznámka k části mostu: .....

Poř. č.	PRVEK (vč. umístění)	DETAIL	NAMÁHÁNÍ	$k_1$	typ	$L_p$	$\delta$	$L_D$	viz str.	Poznámky	$z_{UIC}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	ocelobet. přířez ZBN $x = 0$ (uopěry)	okraj NK	MSU - ohyb	1	M	16	1,39	16	C5-13		2,3
2.	pilota		MSP -	1		16	1,39	16	C5-38		1,31
			-svislá uh.								
3.	příhyb ZBN $x = L/2$		MSP -	1		16	1,39	16	C5-19		2,05
			-příhyb								

Dne: 27. 6. 2017 zatížitelnost určil: OBERHOFNER Dne: .. / .. / .... do databáze zadal: .....